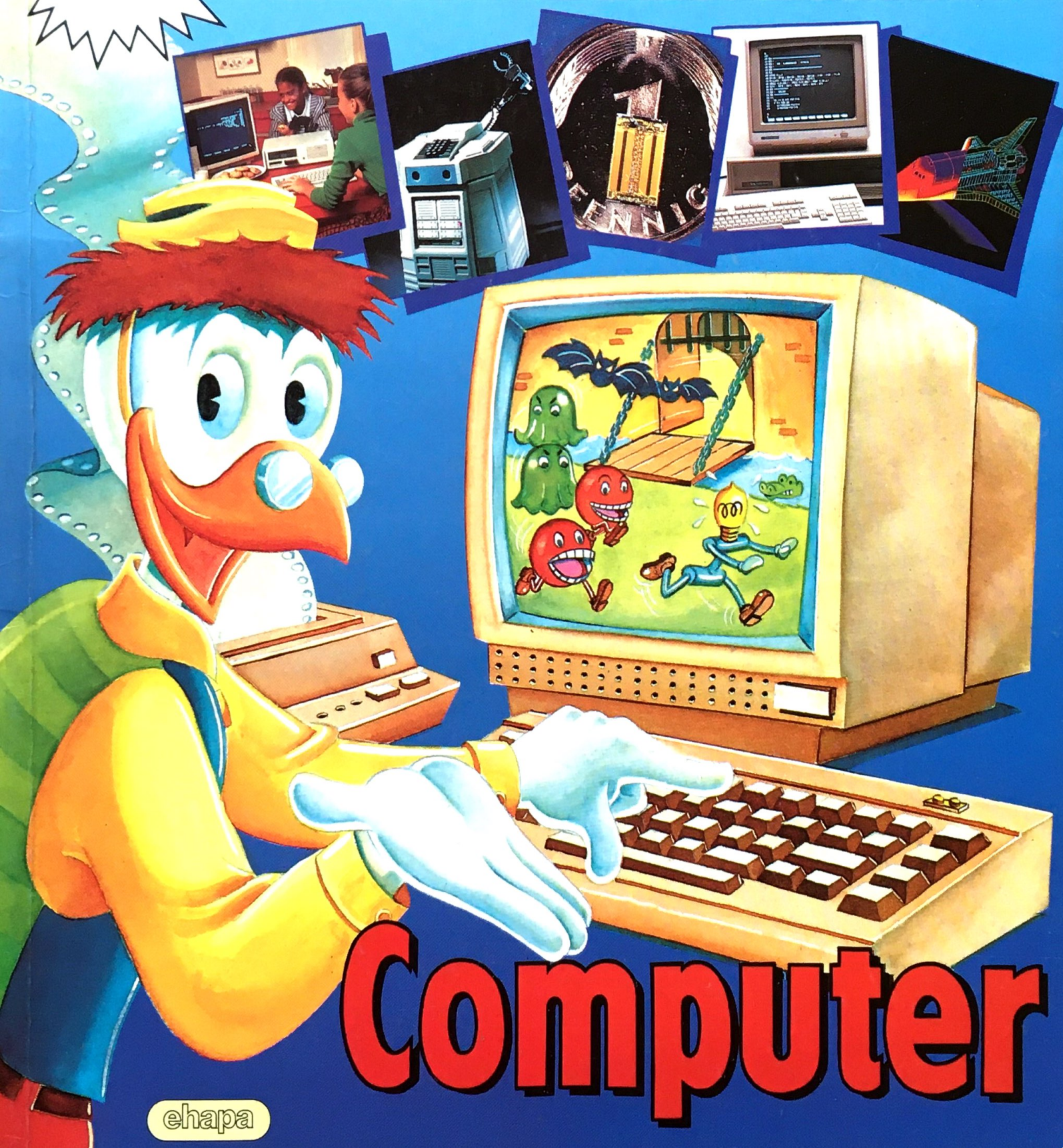
Walt Disney

Durchblick

ehapa
DM 5,90
S 47
Fr 5,90

Band 1

Daniel Düsentrieb erklärt:



Computer

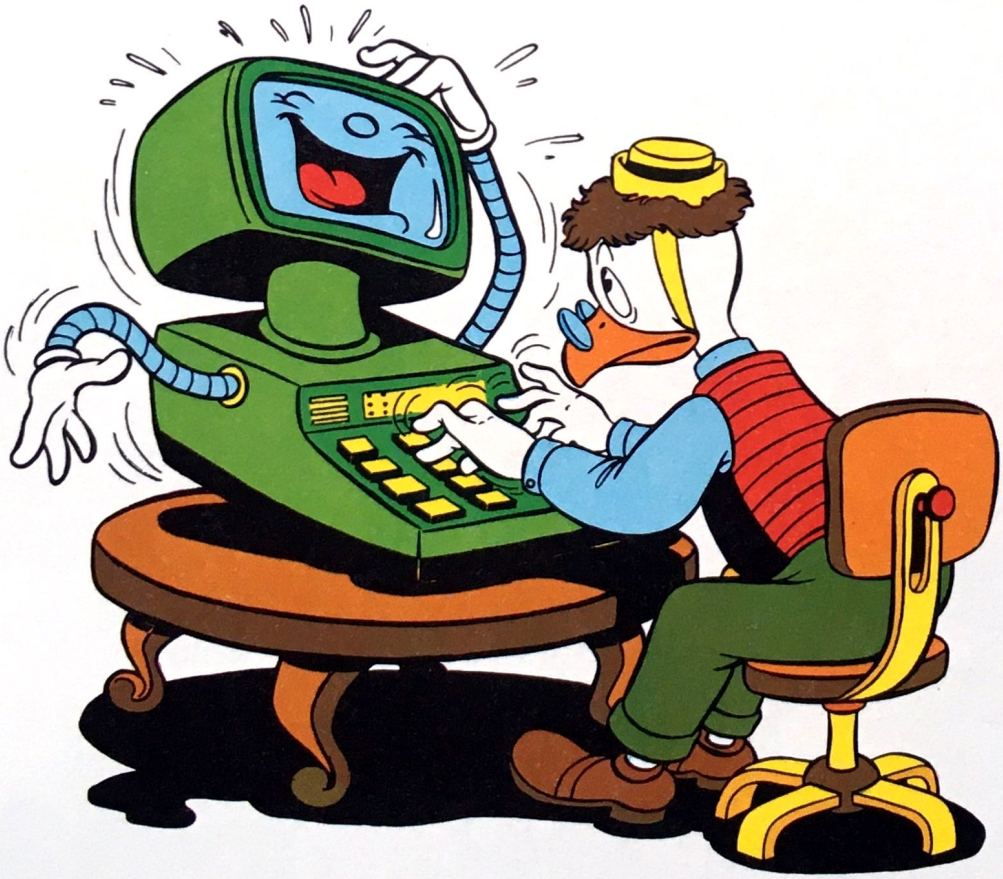
ehapa

Walt Disney

DURCHBLICK

Daniel Düsentrieb erklärt:

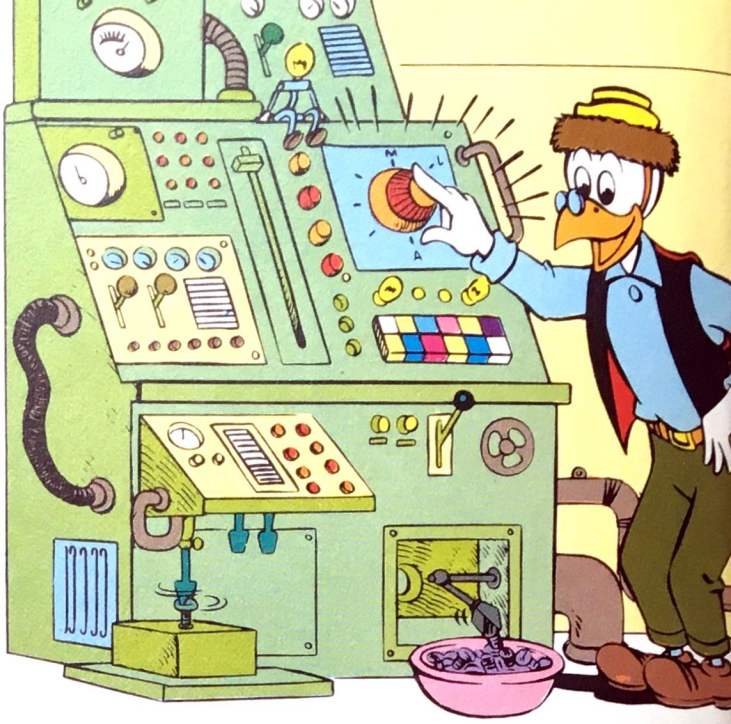
Computer

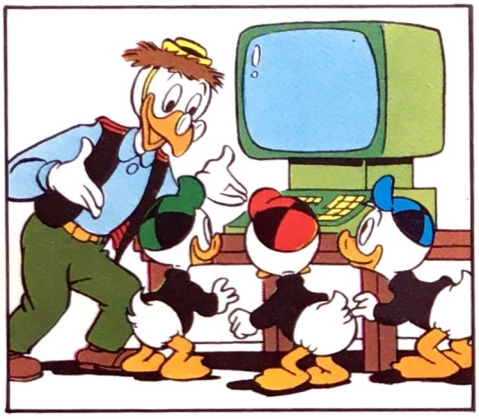


EHAPA VERLAG GMBH · STUTTGART

Immer wenn meine Freunde Tick, Trick und Track in meiner Werkstatt zu Besuch sind, haben sie allerhand Fragen. Wieso? Warum? Wie geht das? Und ich kann mir vorstellen, daß auch euch so einiges aus meinem Spezialgebiet Naturwissenschaft & Technik nicht ganz klar ist. Leider ist nun aber meine bescheidene Erfinderstube zu klein, um euch alle einzuladen. Deshalb habe ich mich hingesetzt und mit Hilfe meines Gefährten Helferlein alles aufgeschrieben, was ich den drei wißbegierigen Brüdern schon so alles erklärt habe. Ganz besonders groß war ihre Aufregung natürlich, als ich vor einiger Zeit – und ich darf mit Stolz sagen: als erster in Entenhausen – meinen Computer bekam. Genau davon handelt auch der erste Band der Reihe „DURCHBLICK": Was ist ein Computer? Und ich bin sicher, daß Ihr am Ende des Buches genauso gut durchblickt wie Tick, Trick und Track.

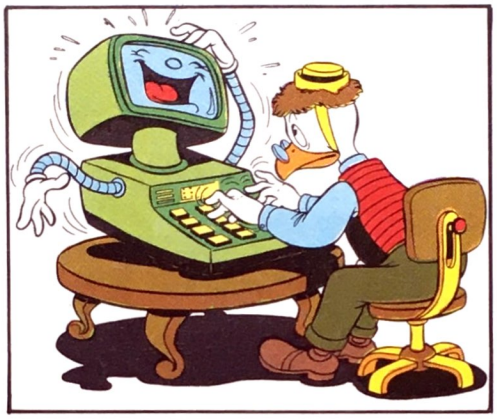
Viel Spaß beim Lesen Daniel Düsentrieb





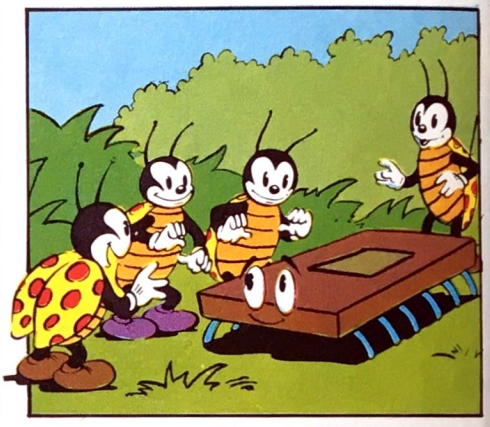
Was ist das – ein Computer?

In diesem Kapitel erfahrt Ihr alles über das Gerät: Wie der Computer von außen aussieht, wie er von innen aussieht, aus welchen Mitgliedern die Computerfamilie besteht und wie sie alle zusammenarbeiten, um ihre Aufgabe zu erfüllen. **Seite 5 – 14**



Wie ein Computer funktioniert

Da der schönste Computer stumm bleibt, wenn er nicht mit Daten gefüttert wird, braucht er ein Programm. Wie ein solches Programm aufgebaut wird, wie ein Computer mit Zahlen umgeht, welche Programmiersprachen er versteht – das alles erfahrt Ihr auf den **Seiten 17 – 26**



Wie ein Chip entsteht

Der Chip ist das eigentliche Gehirn des Computers. Welche komplizierten Vorgänge notwendig sind, um aus einem Haufen Sand ein hochwertiges „Elektronengehirn" zu machen, wird auf den **Seiten 29 – 33** beschrieben.

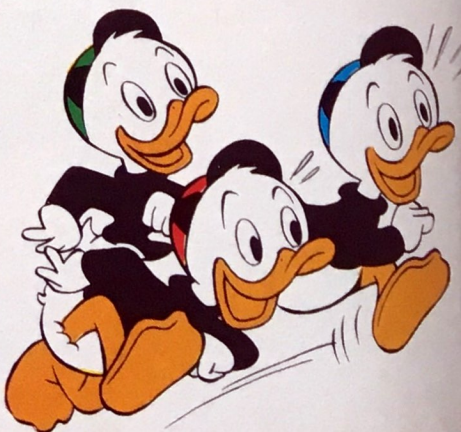
Was man mit dem Computer alles machen kann

Computer sind überall – sie starten Raumschiffe, arbeiten in Fabriken, zeichnen Trickfilme. Welche Aufgaben der Computer heute schon übernimmt, erklärt dieses Kapitel. **Seite 36 – 41**

Was Ihr beim Kauf beachten solltet

Das Angebot an Computern ist riesig – und natürlich hat jeder Hersteller den besten! Auf den **Seiten 44 – 46** möchten wir euch eine kleine Hilfestellung geben, wenn Ihr vorhabt, euch einen Computer zu kaufen.

DURCHBLICK erscheint im
Ehapa Verlag GmbH,
Postfach 1215, 7000 Stuttgart 1
Herausgeber: Adolf Kabatek
Autor: Rolf Sterbak
Redaktionelle Bearbeitung: Peter Schlecht (verantwortlich für den redaktionellen Inhalt), Peter T. Sonnhuetter
Grafische Gestaltung: Biste, Freitag & Häussermann
Druck: Kölnische Verlagsdruckerei GmbH, Köln
© Walt Disney Productions und
Ehapa Verlag GmbH, 1985



Eine geheimnisvolle Kiste

Seltsame Dinge geschehen vor Düsentriebs Labor! Eine geheimnisvolle Kiste wird gebracht – und neugierige Augen beobachten ihre Ankunft...

Da bringen wir Ihre Bestellung, Herr Ingenieur!

Komische Kiste! Mal seh'n, was der alte Knabe da auspackt.

D. DÜSENTRIEB ERFINDER NEUARTIGER ERFINDUNGEN

SPEZIAL-TRANSPORTE ALLER ART

G-DU 1/85

Ich bin schon schrecklich gespannt auf meine Neuerwerbung.

VORSICHT! ZERBRECHLICH!

Es scheint alles da zu sein...

Bald darauf...

Herrlich! Genau so hatte ich mir's vorgestellt!

<READY! TO CONTINUE PRESS ANY KEY!>

Schnell noch einen Happen essen. Sofort nach der Mittagspause werde ich mit der Arbeit beginnen.

Endlich verschwindet der Typ! Hoffentlich war nicht wieder nur so Technikplunder in der Kiste!

Mist, elendiger! Da kommen schon wieder die drei Duck-Bengels!

Kommt, wir sehen uns mal bei Düsentrieb um – vielleicht hat er wieder was Witziges erfunden!
Beinahe hätten sie mich gesehen! Nichts wie weg!

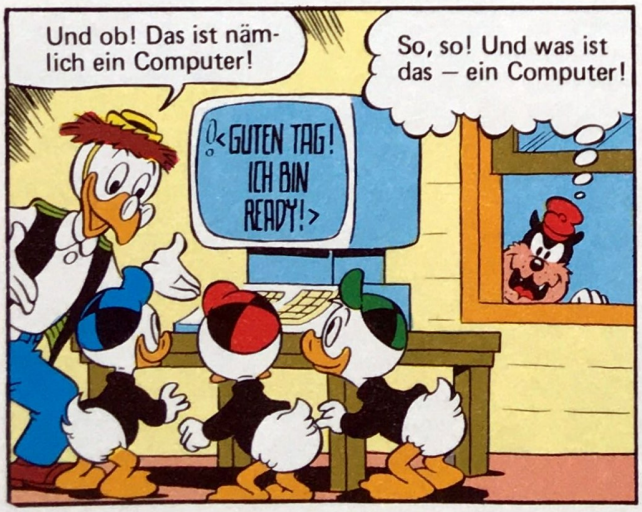
Meinst du, wir dürfen da einfach rein?
Logo! Hat er uns doch letztes Mal erlaubt!

Irre! Eine nagelneue Flimmerkiste!
Sowas sollten wir zuhause haben!

Wieso hat denn die eine Schreibmaschine eingebaut?
Schalt das Ding doch einfach mal an!

He – was ist denn jetzt los?
So ein Blödsinn – ein Fernseher, der „Guten Tag" sagt!
<GUTEN TAG! ICH BIN READY!>

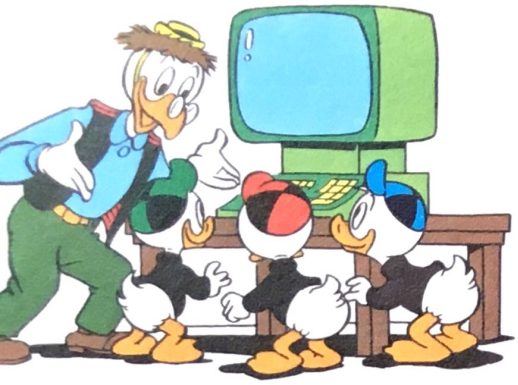
Hallo, Jungs! Was macht ihr denn?
Wir wollen Ihren neuen Fernseher ausprobieren – aber viel scheint der nicht draufzuhaben!
<GUTEN TAG! ICH BIN READY!>


Und ob! Das ist nämlich ein Computer!
So, so! Und was ist das – ein Computer!
<GUTEN TAG! ICH BIN READY!>

Aha! Und was ist das bitte, ein Computer?
Paßt gut auf, Kinder! Ich erklär's euch.

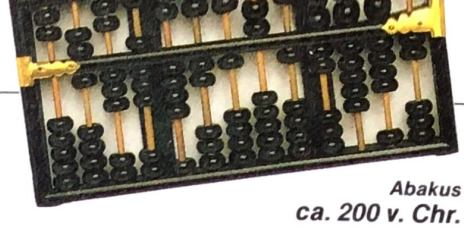
Also, so sieht ein Computer aus...
<GUTEN TAG! ICH BIN READY!>

Was ist das – ein Computer?

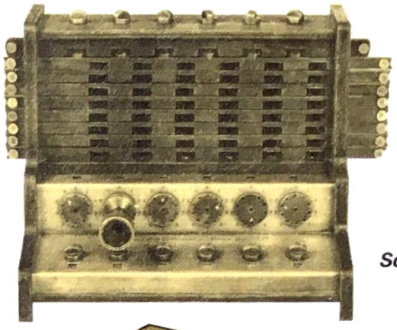


Eigentlich sieht das Ding aus wie eine Kreuzung zwischen einem Fernseher und einer Schreibmaschine. Vom Vater Fernseher hat das Kind eine Mattscheibe und von der Mutter Schreibmaschine eine Handvoll Tasten mitbekommen. Das Kind hat natürlich auch einen Namen: COMPUTER. Und wie das bei Kindern einer Familie meist auch der Fall ist, sieht fast jeder Computer anders aus.
Da gibt es die großen Computerbrüder, die so schwer sind wie ein Lastwagen und die ein ganzes Zimmer füllen mit ihren vielen Schränken und Kästen, in denen sich seltsame Trommeln fast unhörbar leise tickend drehen. Bei denen über viele Bildschirme flackernde Lichtsignale huschen und in hektisch zuckendem Rhythmus breite Papierschlangen hervorquellen, bedruckt mit ellenlangen Zahlen-und Buchstabenkolonnen.

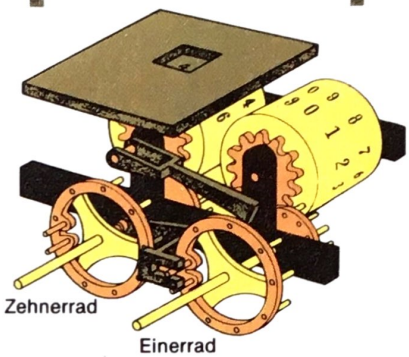
Andere Computer sind so klein, daß sie ans Handgelenk passen, sind so leicht wie eine Feder oder sogar so winzig, daß man sie nur noch mit der Lupe erkennen kann. Hundert, tausend und noch mehr verschiedene Arten gibt es mittlerweile auf unserer Welt. Sie machen Musik, schreiben Gedichte, rechnen von morgens bis abends ohne Kaffeepause, zeichnen Trickfilme am laufenden Meter, steuern Uhren, Züge und lassen Raketen starten. Kurz: diese technischen Wunderkinder können fast alles.



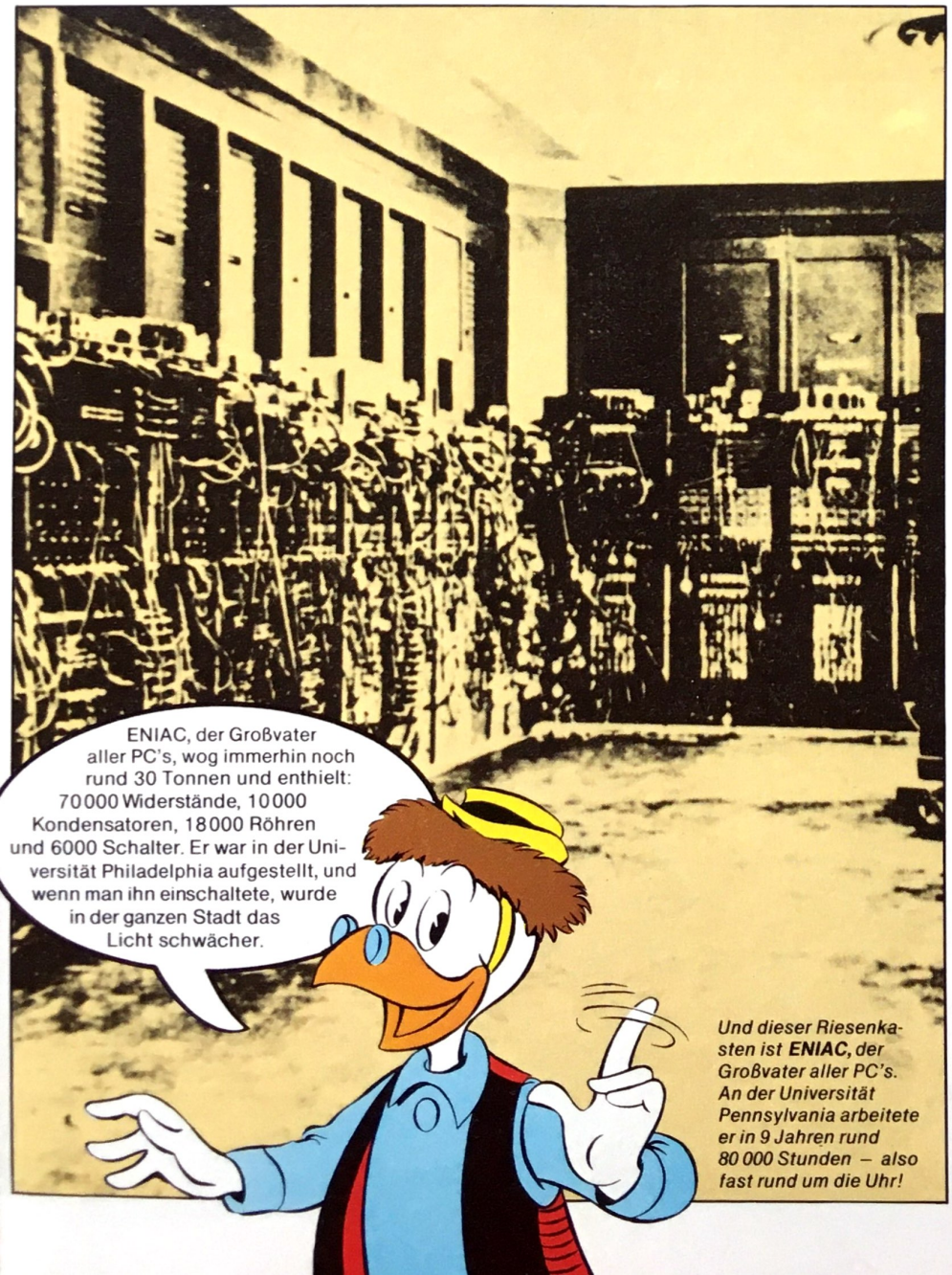
Abakus
ca. 200 v. Chr.



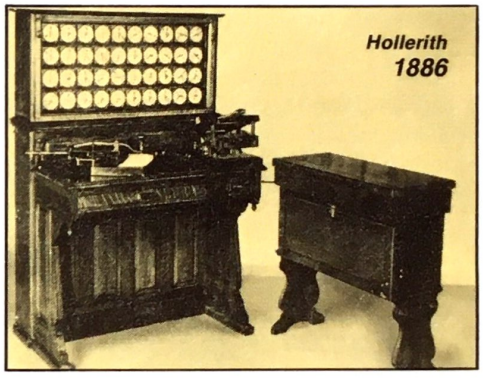
Schickard
1623



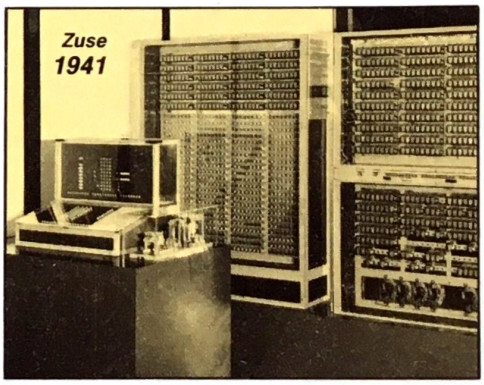
Pascal
1642



*Und dieser Riesenkasten ist **ENIAC,** der Großvater aller PC's. An der Universität Pennsylvania arbeitete er in 9 Jahren rund 80 000 Stunden – also fast rund um die Uhr!*



Hollerith
1886



Zuse
1941

*Der **Abakus** – Vorläufer aller Rechenmaschinen – wird in Asien heute noch häufig verwendet. Erfunden wurde das Rechenbrett, das bereits mit dem Dezimalsystem arbeitet, vermutlich in Rom. Um seinem Freund, dem Astronomen Kepler, die Arbeit zu erleichtern, baute der Tübinger Professor **Schickard** diese Rechenmaschine, die bereits die vier Grundrechenarten beherrschte.*
*Da Schickards Maschine im 30jährigen Krieg verloren ging, galt lange Zeit der Franzose **Blaise Pascal** als Erfinder der Rechenmaschine. Bild 3 zeigt den Mechanismus seiner Erfindung.*
*Das erste Gerät, das nicht nur rechnen konnte, sondern auch – wie jeder moderne Computer – Daten mit Hilfe von Lochkarten nach bestimmten Kriterien sortierte, entwickelte **Hermann Hollerith** für die Volkszählung in den USA.*
*Als der eigentliche Vater des Computers gilt der deutsche Professor **Konrad Zuse.** Sein Rechner Z3 gilt als die erste funktionsfähige Rechenanlage.*

Doch so geheimnisvoll, wie sie sich auch geben, sie sind nichts anderes, als was die Keule für den Steinzeitmenschen war - ein prima Werkzeug nämlich. Und wie bei allen Werkzeugen, muß erst mal kapiert werden, wie man damit umgeht.Der Höhlenmensch hatte es da einfacher. Er packte seine Keule, und schon konnte er losschlagen. Computer würden das ihrem Benutzer sehr übelnehmen. Sie sind aus feinerem Holz geschnitzt und erwarten eine Spezialbehandlung. Bei manchen noblen Computer-Maschinen artet das in komplizierte Wissenschaften aus, und nur ausgefuchste Spezialisten wagen sich dran. Glücklicherweise gibt's verhältnismäßig wenige von dieser hochnäsigen Rasse. Die meisten Mitglieder der Computerfamilie sind da umgänglicher und zeigen nicht gleich die Zähne oder stellen sich taub, wenn man sie ungeschickt anfaßt. Zu diesen geduldigen Maschinen, die kaum kaputtzukriegen sind – es sei denn, man wendet rohe Gewalt an – gehören die **Heimcomputer.** Manche Leute nennen sie auch Micro-oder Spielcomputer. Gemeint ist aber immer das gleiche: kleine, kaum schultaschengroße graue oder weiße Kästchen mit einer Menge Tasten drauf. Das Ganze ist für einige Hundertmarkscheine zu haben. Im Gegensatz zu den größeren Brüdern, die in Büros und Fabrikhallen stehen oder in Raketen und Flugzeuge eingebaut sind. Bei diesen Großcomputern geht's erst bei etwa 20 000 Mark los, und so ein richtig ausgewachsener Supercomputer kann schon auch mal mehrere Millionen kosten.

Das Schöne dabei ist aber: ob Spiel- oder Supercomputer, sie funktionieren im Prinzip alle gleich. Wer also seinen Heimcomputer kapiert hat, versteht auch ungefähr, wie Astronauten in der Raumfähre *Space Shuttle* mit ihrem Bordcomputer umgehen, wie Roboter Autos zusammenschweißen oder wie Großrechenanlagen sich eine ganze Bücherei voll Wissen, Zahlen und Fakten merken können.

Was ist das nun – ein Heimcomputer?

Oh Schreck, stöhnen sicher manche, wenn sie die flache Schachtel mit den vielen Tasten drauf sehen. Der zweite Blick beruhigt dann schon etwas: zumindest die meisten Buchstaben und Zahlen, die auf den Tasten zu sehen sind, kennt man. Also schließen manche messerscharf: das Ding sieht aus wie eine Schreibmaschine! Richtig. So etwas ähnliches wie Schreibmaschinentasten sind Computertasten auch. Aber eben nicht ganz. Pfiffige, die selbst maschineschreiben können, haben den Unterschied bereits bemerkt.

Die Buchstaben Z und Y sind, gegenüber der Schreibmaschine, auf den meisten Computertastaturen vertauscht. Eine solche Tastatur nennt man deshalb auch QWERTY-Tastatur (**QWERTY** ist die Reihenfolge der linken oberen Tastenreihe). So ein Blödsinn, werden nun manche denken, warum machen die Computerbauer die Tasten nicht genauso, wie sie auf der Schreibmaschine zu finden sind? Tun sie doch! Nur – die meisten Heimcomputer kommen aus englischsprachigen Ländern, und dort sind auch Schreibmaschinentasten QWERTY angeordnet. Und bei uns stimmt's dann nicht mehr.

Beim dritten Blick auf die Tasten zeigt sich dem Computerneuling noch etwas anderes. Einige davon haben nämlich äußerst merkwürdige Aufdrucke. Auf manchen stehen englische Worte wie z.B. „RUN", „HOME" oder „RETURN". Auf wieder anderen wird's dann ganz geheimnisvoll: CLS, GOTO oder CRSR ist da zu lesen. Zu allem Überfluß, werden manche stöhnen, sind auf den meisten Tasten nicht nur ein Zeichen, sondern mehrere. Natürlich hätten die Konstrukteure für jedes neue Zeichen auch eine Taste vorsehen können, doch dann hätte der Computer die doppelte und dreifache Menge an Tasten. Das wäre eine reine Platzverschwendung. Mit einem Trick, den sich die Computerbauer von der Schreibmaschine abgeschaut haben, kann eineTaste mehrere Aufgaben erledigen. Tippt man zum Beispiel auf einem Computer die G-Taste an, so schreibt er ein großes G. Will man aber ein kleines g schreiben, drückt man einfach eine Umschalttaste. Auf der G-Taste stehen aber oft noch andere Zeichen. Hauptsächlich sind es Zeichen, mit denen man Bilder vom Computer malen lassen kann. Dazu ist wieder die Umschalttaste „SHIFT" vorher zu drücken oder eine andere Umschalttaste. Je nach Computer kann das verschieden sein. Leider! Denn eine einheitliche Tastatur die auf jedem Computer gleich aussieht, gibt es (noch) nicht. Ein echter Computerfan läßt sich davon aber nicht abschrecken. Er greift ganz cool zur Bedienungsanleitung seines Computers und schlägt in diesem Handbuch nach. Dort sind alle Tasten, und was sie tun, genau beschrieben.

Tasten alleine machen jedoch noch keinen Computer. Das wird einem sofort klar, wenn man die kleine Kiste in der Hand hält. Da fehlt doch was, ist der erste Eindruck, wenn die Finger über die Rückseite des Gehäuses gleiten und dort große Öffnungen ertasten.

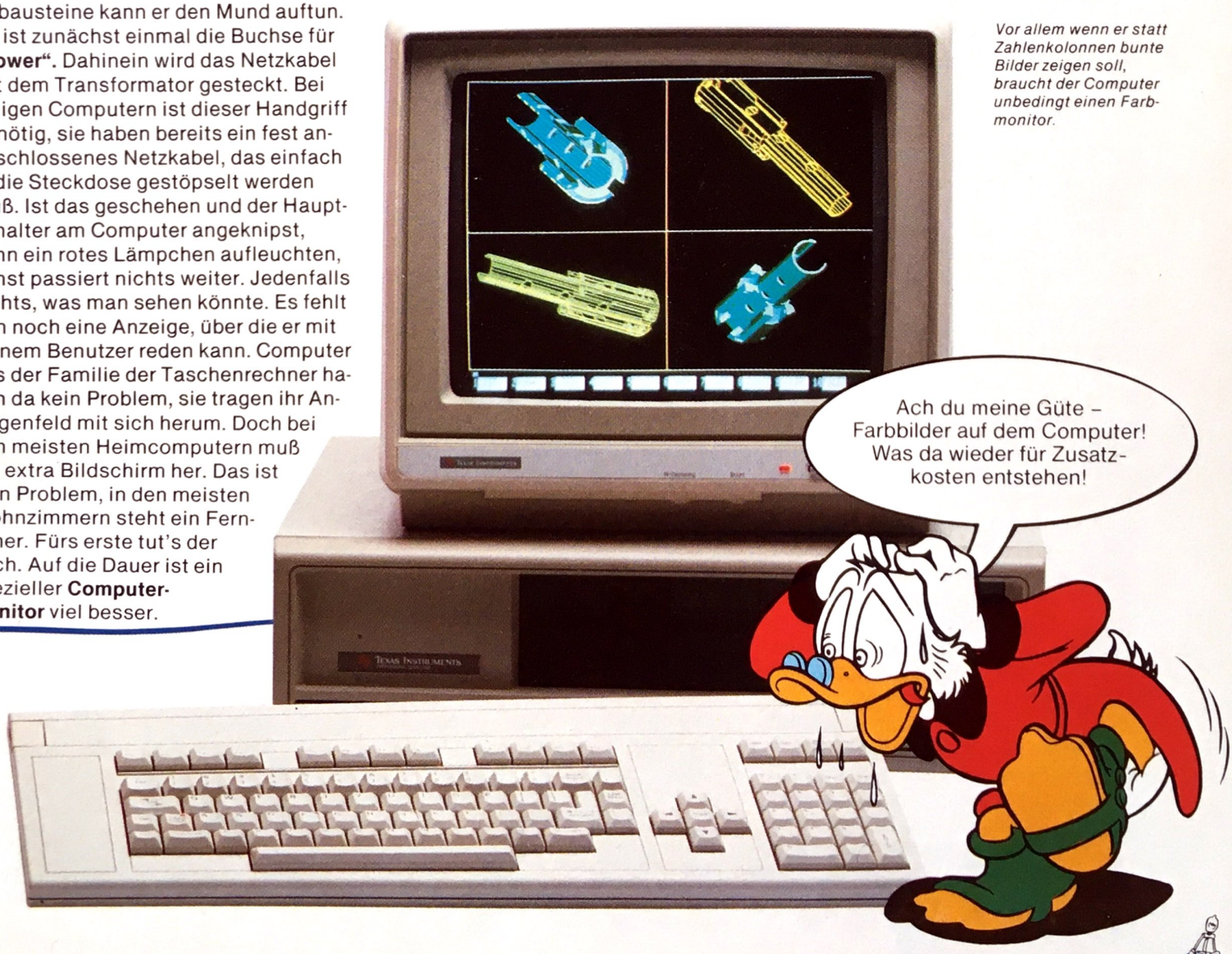
Trotz Turnschuh mit Mikroelektronik – laufen müßt Ihr immer noch selbst!

An solchen Monitoren werden im Kontrollraum eines Rechenzentrums die Computersysteme überwacht.

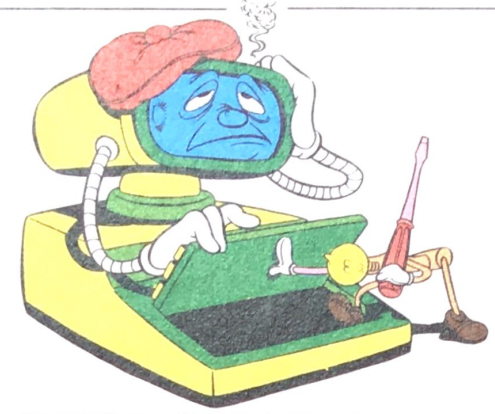
Auch auf der Seite sind oft große Öffnungen, in die man hineinsehen und dort ein Stückchen Innenleben erspähen kann. Gucklöcher sind das aber nicht. Wer genau hinsieht, erkennt Anschlüsse. Sie sehen allerdings nicht so aus wie Steckdosen an der Wand. Manche sind eckig, auf dünnen Kunststoffplättchen kleben Kupferleitungen, andere wieder sehen aus wie das Mundstück einer Mundharmonika.

Doch Vorsicht! Finger haben in den Anschlußöffnungen nichts zu suchen. Die **Anschlußplatinen,** wie die Kunststoffplättchen mit den Kupferleitungen heißen, können es nicht leiden, wenn Finger sie berühren. Mancher Computer läßt dann den Rolladen runter, und nichts geht mehr. Die Anschlußbuchsen sind ihm nämlich heilig. Denn ohne sie bliebe er eine kleine, nichtssagende Schachtel. Erst durch weitere Computerbausteine kann er den Mund auftun. Da ist zunächst einmal die Buchse für **„Power“.** Dahinein wird das Netzkabel mit dem Transformator gesteckt. Bei einigen Computern ist dieser Handgriff unnötig, sie haben bereits ein fest angeschlossenes Netzkabel, das einfach in die Steckdose gestöpselt werden muß. Ist das geschehen und der Hauptschalter am Computer angeknipst, kann ein rotes Lämpchen aufleuchten, sonst passiert nichts weiter. Jedenfalls nichts, was man sehen könnte. Es fehlt ihm noch eine Anzeige, über die er mit seinem Benutzer reden kann. Computer aus der Familie der Taschenrechner haben da kein Problem, sie tragen ihr Anzeigenfeld mit sich herum. Doch bei den meisten Heimcomputern muß ein extra Bildschirm her. Das ist kein Problem, in den meisten Wohnzimmern steht ein Fernseher. Fürs erste tut's der auch. Auf die Dauer ist ein spezieller **Computermonitor** viel besser.

Der Unterschied wird schnell sichtbar. Ein Monitor schreibt alles, was ein Computer so von sich gibt, gestochen scharf. Bei einem Fernseher sieht das Bild aus dem Computer oft verschwommen aus. Aber, wie gesagt, fürs erste ist ein Fernsehschirm völlig ausreichend und obendrein billiger. Ein passendes Kabel, um Computer und Fernseher miteinander zu verkoppeln, ist beim Kauf eines Computers mit dabei. Damit die Verbindung klappt, wird einfach das Antennenkabel auf der Rückseite des Fernsehers herausgezogen. In die gleiche Buchse kommt das Computerkabel. Computerfachleute sprechen dann von einer HF-Verbindung und runzeln dabei die Stirn. Eine ideale Verbindung ist das nämlich nicht. Besser ist es, den Computer mit einem speziellen Video-Eingang am Fernseher zu anzuschließen. Die Verluste sind dann geringer. Nur sind viele Fernseher ohne Videobuchse ausgerüstet, bei ihnen bleibt nur der Weg über die HF-Antennenbuchse. Schwamm drüber! Solche Feinheiten interessieren erst später. Hauptsache, der Computer regt sich, wenn er vorschriftsmäßig mit Strom versorgt wurde und einen Bildschirm verpaßt bekam. Tut er das nicht, ist der Wurm drin, denn normalerweise meldet sich ein Computer, wenn er eingeschaltet ist, auf dem Bildschirm mit seinem Namen. Außerdem blinkt links oben auf der Mattscheibe ein kleines Quadrat oder ein Strich auf, was heißen soll: „Alles klar. Wenn Du Lust hast, kann der Spaß beginnen.“ Einige Computer sagen das kurz und bündig: **READY** *(Fertig).*
Falls er das nicht tut, kann man ihn gleich zum Händler zurückbringen, oder – noch besser – man prüft zunächst, ob der richtige Fernsehkanal eingestellt ist. Daran klemmt es oft. Also keine Panik und in Ruhe vielleicht zusätzlich noch im Handbuch nachschauen. Im Kapitel: „Was tun, wenn der Computer streikt“.
In den meisten Fällen ist aber der Heimcomputer zahm und tut brav das, was man von ihm verlangt: „READY“.



Vor allem wenn er statt Zahlenkolonnen bunte Bilder zeigen soll, braucht der Computer unbedingt einen Farbmonitor.



Vorstoß zum Computerherzen

Irgendwann packt jeden die Neugier: Was mag in der Kunststoffschachtel Computer drinstecken? Ein Griff in den Werkzeugkoffer, den Schraubenschlüssel zur Hand, den Computer auf den Kopf gestellt, und schon geht's ran. **Halt!** Computer reagieren sauer, wenn gedankenlos in ihrem Innenleben herumgestochert wird.

Ein Blick unter die Haube eines Computers ist ohnehin mehr als verwirrend. Auf einer Platte stecken eine Handvoll kleiner schwarzer Blöcke, die mit vielen Metallstiften in die Platte festgelötet sind. Dazwischen Kupferbahnen, die wie Wege in einem verschlungenen Labyrinth aussehen. Das Ganze garniert mit vielen verschiedenfarbigen Käbelchen. Für einen Spezialisten ist das kein wirres Durcheinander, sondern alles ist klar und wohlgeordnet, wie es in einer Fabrik sein sollte. Nichts anderes ist nämlich der Computer: eine Fabrik, in der zwar keine Autos oder Kaugummis hergestellt werden, wo aber trotzdem fleißig und blitzschnell gearbeitet wird. Im Falle des Computers heißt das: es werden Daten und Informationen hin- und hergejagt. Wenn draußen jemand auf die Computertasten tippt, fängt drinnen die Fabrik an zu arbeiten.

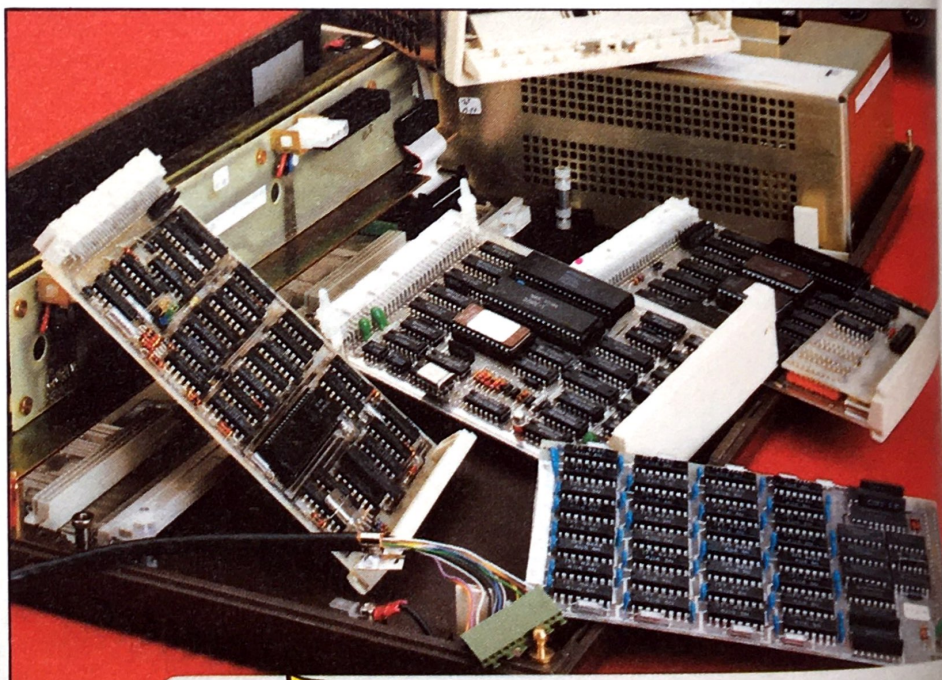
Die Maschinen, die dann anspringen, haben eigenartige Namen: **Steuerwerk, Rechenwerk** und **Arbeitsspeicher.** Ohne sie wäre der Computer gar nichts. Deshalb heißen die drei „Maschinchen" auch **Zentraleinheit,** weil sie das Zentrum – das Herz – eines Computers sind. In der Computerfachsprache nennt man die Zentraleinheit auch **Central Processing Unit** (abgekürzt **CPU**). Besser bekannt ist sie aber unter dem Namen **Mikroprozessor.** Der Name sagt fast alles. Mikro heißt nichts anderes als winzig klein. Das stimmt. Denn näher betrachtet ist ein Mikroprozessor nur ein paar Quadratmillimeter groß. Um ihn zu sehen, müßte man sein Gehäuse knacken.

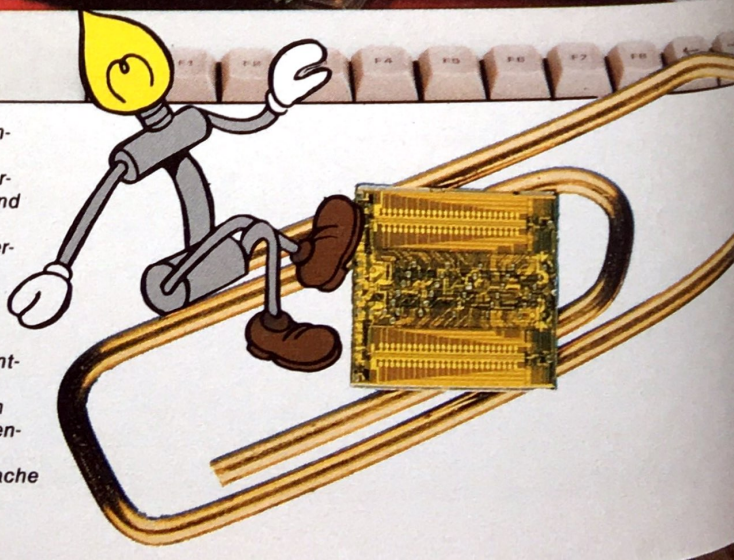
Was dabei zum Vorschein käme, wäre ein Plättchen, kleiner als ein Fingernagel – **Chip** genannt. In diesem Chip werden die Daten verarbeitet, deshalb auch der Name Prozessor (vom englischen Wort *to process* = verarbeiten). Doch nur Computerspezialisten können sehen, wo auf dem winzigen Chip-Plättchen die unentbehrlichen Helfer Steuerwerk oder Rechenwerk arbeiten.

Aber selbst unter der stärksten Lupe könnte niemand sehen, was die Helfer arbeiten. Ihr Material ist Strom, und der ist bekanntlich unsichtbar. Den Mikroprozessor stört das nicht. Er weiß genau, was er mit dem Strom anfangen soll. Denn was im Chip als Stromimpulse hin- und herjagt, sind die eingetippten Daten.

Was sind aber Daten? Ganz einfach: Zeugnisnoten, Geburtstage, Rechnungen, Namen, selbst einzelne Buchstaben, die für uns eine Bedeutung haben, wie „DM", sind Daten. Die Daten werden über die Computertastatur in den Mikroprozessor eingespeist. Zuvor werden sie jedoch in Stromimpulse umgewandelt, denn nur damit kann ein Computer was anfangen. Und was passiert mit den in Stromimpulse umgewandelten Daten im Mikroprozessor? Zunächst wandern sie alle in einen Speicher. Eine Art Vorratsschrank mit vielen, vielen Fächern, auch Zellen genannt. Das können tausend oder auch über eine Million Zellen sein. Damit nicht ein heilloses Durcheinander mit den Daten passiert und man immer genau weiß, wo was im Speicher steckt, sind die einzelnen Fächer oder Zellen genau beschriftet.

Jedes Fach hat seine eigene Nummer. Unverwechselbar wie die Hausnummern in einer Straße. Und wie der Postbote anhand der Hausnummern schnell die richtige Adresse für Briefe und Päckchen ermittelt, finden die Daten durch die Nummer der Speicherzelle zielsicher ihren Platz. Deshalb bezeichnet man die Nummer der einzelnen Speicherzelle im Computer auch als **Adresse.** Ob man nun den eigenen Namen oder eine Rechenaufgabe in den





So sieht also ein Computer von innen aus. Daß man bei den abertausend Lötstellen und Käbelchen mit dem Schraubenzieher allerhand kaputt machen kann, seht Ihr jetzt sicher auch.

Und das ist das eigentliche Gehirn eures Homecomputers: ein 64-KB-Chip im Größenvergleich mit einer Büroklammer (fünffache Vergrößerung).

Computer eintippt, alle diese Daten werden unter einer bestimmten Adresse im Arbeitsspeicher des Mikroprozessors zunächst einmal abgelegt. Dort bleiben sie solange, bis sie gebraucht werden. Wann das aber passiert und welche der gespeicherten Daten zuerst drankommen, darüber hat das **Steuerwerk** zu bestimmen.
Wie der Name schon sagt, steuert und überwacht das Steuerwerk die gespeicherten Daten. Es gibt die Befehle, was mit den Daten gemacht werden soll. Es führt also das Kommando, wie ein Kapitän auf seinem Schiff. Mit welchen Befehlen das Steuerwerk die Daten herumkommandieren darf, liest es aus einem speziellen Buch heraus. Es heißt in der Computersprache **Befehlsregister**. Das ist die Werkzeugkiste für das Steuerwerk. Je nachdem, welche Aufgabe der Computer zu lösen hat, greift das Steuerwerk in seine Befehlskiste und holt den passenden heraus. Wenn zum Beispiel die Aufgabe heißt: „Zusammenzählen von Zahlen", ist der Befehl „Addiere" dran. Natürlich kommen noch weitere Befehle dazu, denn das Steuerwerk allein löst die Rechenaufgabe nicht.

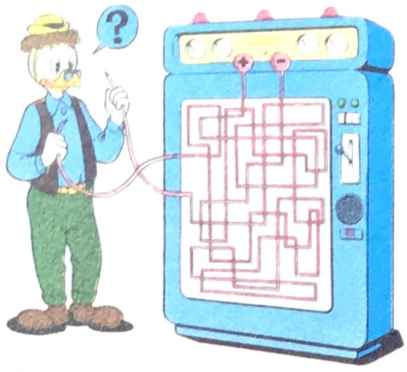
Dazu braucht es das **Rechenwerk.** Es ist das dritte „Maschinchen" in dem Mikroprozessor. Hat der Arbeitsspeicher nur dafür zu sorgen, daß ihm keine Daten durch die Lappen gehen und darf das Steuerwerk von der Kommandobrücke aus rumkommandieren, muß das Rechenwerk die eigentliche Arbeit leisten. Nichts als rechnen: Zusammenzählen, Abziehen, Malnehmen und Teilen. Solange und so oft, wie das Steuerwerk befiehlt. Und dabei ist das Rechenwerk eigentlich gar nicht so schlau. Genaugenommen kann es nämlich nur zusammenzählen. Für alle übrigen Rechenarten muß es sich Tricks einfallen lassen. Wenn es die Aufgabe bekommt: „Ziehe zwei Zahlen voneinander ab", wandelt das Rechenwerk die Aufgabe in eine Additionsaufgabe um.
Das geht!

Beispiel: Heißt die Aufgabe 10 – 7, macht das Rechenwerk daraus 10 + (– 7). Es zählt also zu der positiven Zahl 10 die negative Zahl 7 dazu. Das Ergebnis ist beidesmal gleich.
Auch fürs Malnehmen kennt das Rechenwerk einen einfachen Additionstrick. Heißt die Aufgabe "5 mal 5", zählt das Rechenwerk 5 + 5 + 5 + 5 + 5 zusammen. Ein wenig umständlich, sicher, aber trotz der merkwürdigen Rechenmethode liefert die Rechenmaschine das Endergebnis in Null-Komma-Nichts.

Großrechner schaffen heute schon über eine Million Additionen pro Sekunde. Wollte man das, was so ein großer Computer in einer Sekunde berechnet, mit Kopfrechnen schaffen, brauchte man fast ein Jahr dazu. Dann müßte man aber jede Sekunde eine Aufgabe lösen. Tag und Nacht ohne Pause.
Mit dieser Aufgabenverteilung arbeiten die drei von der Zentraleinheit prima zusammen. Der Arbeitsspeicher sammelt die Daten, das Steuerwerk sagt, was damit getan werden muß, und das Rechenwerk führt die Arbeit aus. Ganz unter sich sind die drei aber nicht. Denn wie sollen die Daten, die über die Computertastatur eingegeben werden, zur Zentraleinheit kommen? Und wie kommen sie von dort wieder heraus und werden auf einem Bildschirm sichtbar? Den Datentransport in einem Computer übernimmt ein **Datenbus.** Das hört sich ganz so an, als würden kleine Autos im Computer zwischen Tastatur und Zentraleinheit hin- und herpendeln. So ähnlich könnt Ihr Euch das auch vorstellen. Nur daß es keine Autos sind, die Daten fleißig hin- und herbefördern, sondern spezielle Datenleitungen, die durch eine besondere Steuerung überwacht werden. Es ist die **Ein- und Ausgabesteuerung** oder anders ausgedrückt **Input/Output** (I/O). Sie erst schafft die Verbindung zur Tastatur oder zu einem angeschlossenen Bildschirm. Die Zentraleinheit kann also nicht allein bleiben. Außerdem können an einen Computer eine Vielzahl von verschiedenen Geräten angeschlossen werden. Von einem **Drucker, Kassettenrekorder** bis hin zu einem **Joystick,** mit dem man Telespiele steuern kann. Egal welches Gerät auch gerade am Computer hängt – kommen Daten in den Computer, müssen sie den Datenbus benutzen. Und wenn sie sichtbar gemacht werden sollen genauso.

Da sind zum Beispiel auf einem Kassettenrekorder Daten gespeichert. Die CPU braucht nun unbedingt die gespeicherten Daten. Sie weiß genau, in welchem Fach, daß heißt unter welcher Adresse sie die gewünschten Daten finden kann. Als erstes schickt sie deshalb einen Adreßbus los. Das ist nichts anderes als ein verschlüsselter Stromimpuls, der zum Speicher wandert und die gewünschte Datenzelle sucht.
Hat das Signal die Speicheradresse gefunden, kann der Datenfluß zurück über den Datenbus laufen. Man sagt auch, die CPU liest die Daten aus dem Speicher. Natürlich kann die CPU auch Daten in den Speicher schreiben. Dazu muß sie sich im Speicher einen Platz suchen, das heißt eine Speicheradresse. Über den Datenbus fließen dann die Daten in die angewählte Speicherstelle.

Frag ihn doch mal, welche der Zahlen 1-10 die folgende Bedingung erfüllt: Wenn man diese Zahl zunächst mit 7 multipliziert und zum Ergebnis 9 addiert, so erhält man das gleiche Ergebnis, als wenn man diese Zahl zunächst mit 9 multipliziert und dann 3 hinzuzählt.



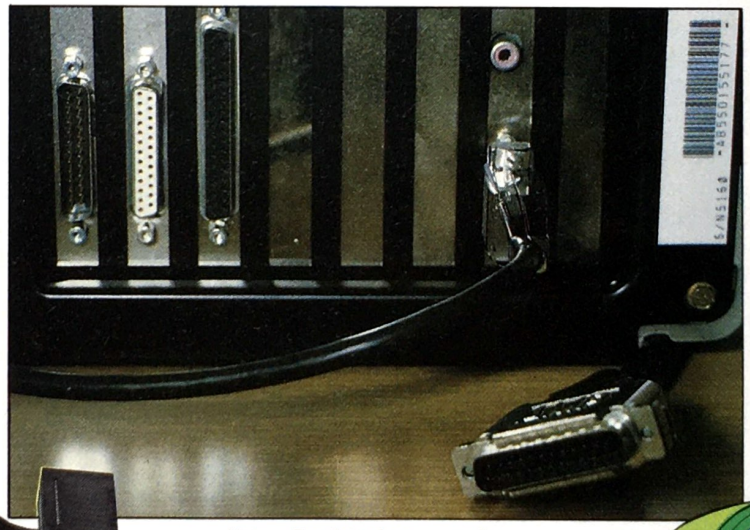
Anschluß gesucht

Preisfrage: Was sind Schnittstellen? Hat das was mit Verletzungen zu tun oder gar mit einem Wurstaufschnitt? Natürlich mit keinem von beiden. Wenn bei einem Computer von **Schnittstellen** die Rede ist, hat das mit den seltsamen Löchern auf der Rückseite des Computergehäuses zu tun. Das sind die Anschlußstellen, die er braucht, um ein vollwertiger Computer zu werden. Denn das Gehäuse mit der Tastatur ist nur der Grundbaustein in der großen Familie Computer. Und diese Tatsache wird leider beim Kauf eines Computers meist schamhaft verschwiegen.
Das erste wichtige Zubehör ist – so viel wißt Ihr bereits – ein Bildschirm (Fernseher oder Monitor). Sonst bleiben alle eingetippten Daten unsichtbar.
Je länger man einen Computer besitzt, desto hungriger wird er. Dann reicht das mühsam über die Tastatur Eingetippte plötzlich nicht mehr. Also muß ein Gerät her, das automatisch dem Heimcomputer Daten überspielt. Mit der Zeit wird es auch ärgerlich, daß jedesmal, wenn der Computer ausgeschaltet wird, alle eingespeisten Daten wie durch Zauberhand verschwinden. Also ist ein Kassettenrekorder oder eine **Diskettenstation** notwendig, die Daten abspielen, aber auch aufzeichnen können.
Eines Tages kommt man auf die Idee, daß es nicht reicht, die eingetippten Texte oder Zeichnungen auf dem Fernsehschirm sichtbar zu machen.

Der Computer ruft nach einem Drucker oder einer Zeichenmaschine. Damit hat man den Text schwarz auf weiß und die Bilder oft noch farbig.
Ein prima Geschenk. Daß die Zusatzbausteine alle Geld kosten, ist eine Sache. Die andere ist, ob sich die Geräte auch an den eigenen Heimcomputer ankoppeln lassen. So ganz ohne Probleme geht es dabei meist nicht ab. Denn so unterschiedliche Computer es gibt, so unterschiedliche Anschlüsse haben sich die Computerhersteller ausgedacht. Jeder kocht sein eigenes Süppchen, meist aus Konkurrenzgründen, seltener weil es technisch notwenig wäre. Deshalb paßt nicht jeder Zusatzbaustein zu jedem Heimcomputer. Da heißt es beim Kauf aufpassen! Obwohl die Schnittstellen (oder auch **Interfaces**) von Computer zu Computer unterschiedlich aussehen können, lassen sich zwei im Prinzip gleiche Anschlußtypen entdecken.

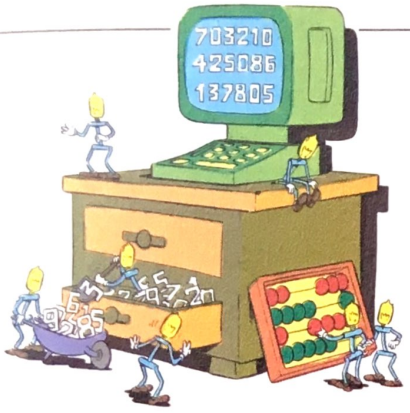
Da ist zum einen die **serielle** Schnittstelle und zum anderen das **parallele** Interface. Nicht jeder Heimcomputer hat beide Schnittstellen. Mindestens ein serieller Anschluß sollte aber sein. Er heißt dann *RS 232* oder mit einem anderen Namen *V 24*. Am Heimcomputer kann der Anschluß rund aussehen oder aus mehreren kleineren Buchsen bestehen. Egal.
Funktionieren tun sie gleich.
Serielle Übertragung heißt nämlich nichts anderes, als daß die Datensignale hintereinander wie in einer Schlange vom Computer zum angeschlossenen Zusatzbaustein wandern. Entsprechend lange dauert die Geschichte. Schneller werden die Daten über eine parallele Schnittstelle übertragen. Dabei wandern die Datensignale nicht Stück für Stück durch die Leitung, sondern ein ganzer Packen Signale wird gleichzeitig auf die Reise geschickt.

Die bekannteste parallele Schnittstelle heißt *Centronics*-Interface. Der Unterschied zwischen paralleler und serieller Schnittstelle ist sofort zu sehen. Da bei einer parallelen Schnittstelle mehrere Datensignale auf einmal losgeschickt werden, jedes Signal aber seine eigene Leitung braucht, laufen viele Kabel „parallel" gebündelt in einem Strang. Das Interface-Kabel wird so ziemlich dick und unhandlich. Dazu kommt: je länger das Kabel wird, desto häufiger können Datensignale auf dem Weg von einem Gerät zum anderen einfach verschwinden oder verfälscht werden. Dann klappt die Verbindung nicht mehr.



Oben und links: Alle größeren Computer und Rechenanlagen arbeiten mit Centronics-Schnittstellen.

Unten: Das Interface – meist ein kleiner, nichtssagender Kasten – ist die Verbindung des Computers zu seinen Monitoren, Druckern und Datenspeichern.



Speicher

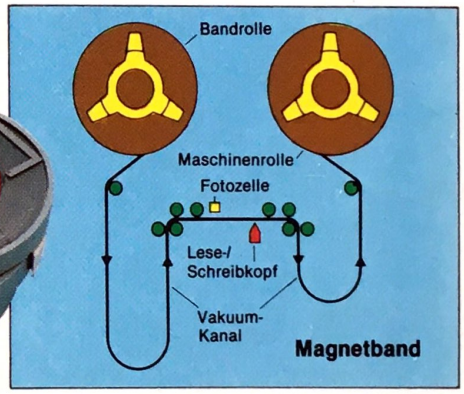
„Da soll ein Speicher drin sein?“ staunt Onkel Dagobert und zeigt verwundert auf den Computer. „Laß mich schnell mal die Talerchen sehn.“ Daniel Düsentrieb kann bei so einer Frage nur lachen. Der alte Geizkragen denkt immer nur ans Geld und weiß nicht, was in Computerkreisen längst nichts Neues mehr ist: in einem Computerspeicher wird man vergeblich nach Talerchen suchen. Jede Menge Daten stecken drin, mindestens genausoviel wie Goldstükke in Dagoberts Geldspeicher. Wie Daten in den Computerspeicher hineinkommen, ist klar. Natürlich über die Computertasten, fleißig eingetippt. Rechenaufgaben, lustige Texte oder Computerspiele. Und eines merkt man schnell dabei: je schwieriger eine Rechenaufgabe oder ein Computerspiel ist, desto mehr Daten muß man in den Computer eintippen. Das kann Stunden dauern. Läuft dann alles wie geschmiert, ist Zeit zum Schlafengehen. Computer aus, heißt es dann. Ein Jammer, denn kaum ist der Stecker rausgezogen, sind die mühsam eingegebenen Daten gelöscht, der Computerspeicher ist wieder leer. Der Computer will einen nicht ärgern. Das liegt ganz einfach an der Art des Speichers. Er ist ein **RAM-Speicher**, eine Abkürzung von Random Access Memory. Er ist mit einer Schultafel vergleichbar, die man mit Kreide vollschreiben kann.

Hat man sich verschrieben oder die ganze Geschichte gefällt einem nicht, wird sie einfach ausgelöscht. Auf der Schultafel braucht man dazu Wasser und Schwamm, beim Computerspeicher besorgt das eine spezielle Löschtaste oder – noch einfacher – der Computer wird ausgeschaltet und bekommt keinen Strom mehr.
Alles vergißt der Computer aber nicht. Das, was ihm seine Konstrukteure beigebracht haben, behält er: wie er mit Zahlen oder Buchstaben umgehen soll oder was mit anderen eingetippten Daten zu tun ist. Solche wichtigen Dinge speichert er in einem besonderen Gedächtnis, das **ROM-Speicher** genannt wird **(Ready only memory).** Wie in einem Rezeptbuch sind im **ROM-Speicher** die Anweisungen für den Computer fest eingeschrieben und normalerweise unlöschbar, auch wenn der Stecker aus der Dose gezogen wird.

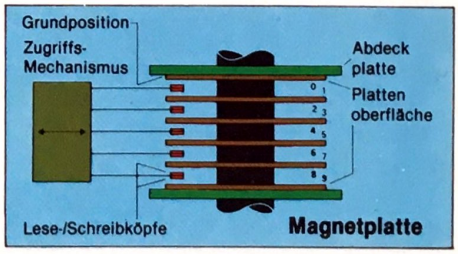
Wenn man aber die mühsam eingetippten Daten festhalten will, geht es nicht ohne Zusatzgeräte. Das sind in der Hauptsache Magnetspeicher, die zusätzlich an den Computer gestöpselt werden.

Die einfachste Speichermöglichkeit für Daten sind ***Tonbandkassetten.***

Das einfachste Speichergerät ist ein normaler Kassettenrekorder. Die meisten Computer haben einen Anschluß dafür. Mit ein paar Handgriffen sind die Daten aus dem Computer auf das Magnetband im Rekorder übertragen. Eine gewöhnliche Musikkassette reicht dafür aus. Dem Computer wird nun befohlen, er soll die gespeicherten Daten auf die Kassetten überspielen. Da er nicht hören kann, wird ihm über die Tastatur das Befehlswort SAVE eingetippt. Am Rekorder drückt man jetzt nur noch die Aufnahmetasten. Die Überspielung beginnt. Der Kassettenrekorder läuft so lange, bis alle Daten aus dem RAM-Speicher auf das Magnetband übertragen sind. Gefahrlos darf man dann den Computer abschalten.

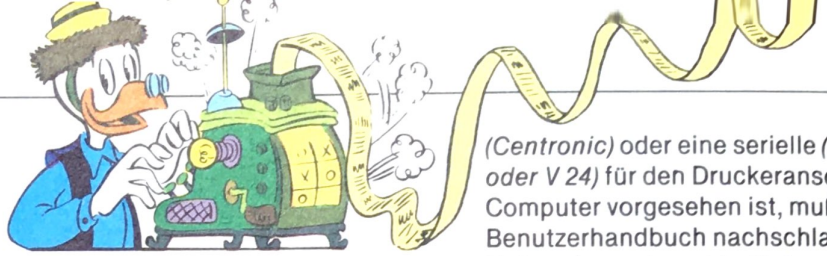


Das sind die beiden Hauptdatenträger bei Großrechenanlagen: Das ***Magnetband*** *(Bild und Schema rechts) und die* ***Magnetplatte*** *(Bild unten). Die Zeichnung unten zeigt, wie das Laufwerk die Daten von der Platte liest.*



Und das ist der wichtigste Datenträger für den Hausgebrauch: Die ***Diskette.***

Das ZX-Microdrive von Sinclair arbeitet mit auswechselbaren Kassetten und erlaubt – durch Parallelschaltung von acht solchen Geräten – dem Sinclair Spectrum Zugriff auf bis zu 680 KB Speicherplatz.



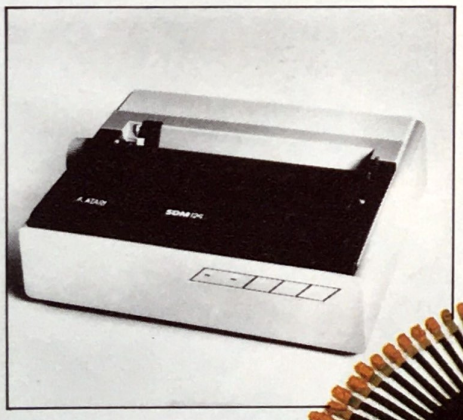
Will man die gespeicherten Daten wiederhaben, spult die Kassette sie folgsam wieder in den Computer zurück, so oft man will. Allerdings hat der Kassettenrekorder den Nachteil, daß er die gespeicherten Daten sehr langsam überträgt. Schneller geht es mit einem Magnetspeicher, einem **Floppy-Disk**. Dort werden Daten nicht auf Bänder aufgezeichnet, sondern auf eine Magnetscheibe, die sich in dem Gerät dreht. Sie heißt **Diskette**. Sie sieht aus wie eine kleine Schallplatte, nur ohne Rillen. Den Plattenspieler, in dem sich die Diskette rund 300mal in der Minute dreht, nennt man **Diskettenlaufwerk.** Im Unterschied zur Schallplatte, die nur eine spiralförmige Spur von außen nach innen hat, werden auf Disketten Daten in ringförmigen Spuren aufgezeichnet. Das geht wesentlich schneller als bei einem Magnetband. Natürlich kann ein Computer auch von einer Diskette alle notwendigen Daten schneller als von einem Tonband herunterlesen. Computerfachleute sprechen von einer schnelleren **Zugriffszeit.** Sind bei einer Kassette einige Minuten nötig, bis der Computer endlich alle Daten beieinander hat, dauert es bei einer Diskette nur wenige Sekunden. Größeren Computern geht das aber immer noch nicht schnell genug. Sie brauchen Daten oft in Bruchteilen von Sekunden. Dafür gibt es spezielle Speicher, die **Festplattenspeicher.** In einem staub- und luftdichten Gehäuse drehen sich aluminiumbeschichtete Platten, oft mehrere übereinander. In wenigen tausendstel Sekunden kann ein angeschlossener Computer Daten herausgreifen oder neue hineinschreiben.

Drucker

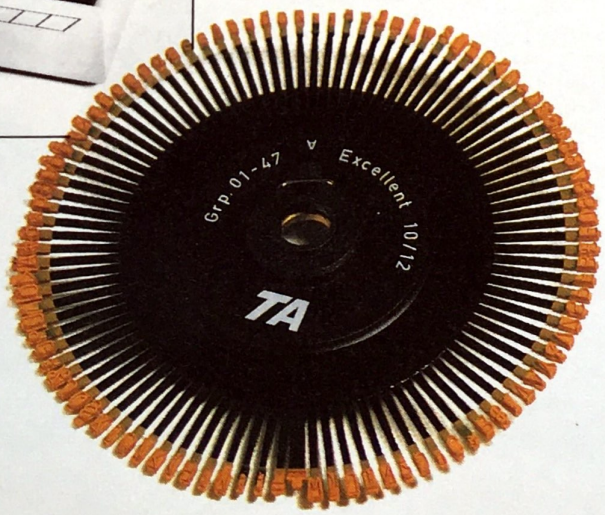
„Herzlich willkommen zur großen Geburtstagsparty", steht in kräftigen Buchstaben auf der Einladungskarte. Darunter eine schwungvolle Zeichnung mit Sternenfunkeln und Raketenknall. Hinter dem Werk steckt ein Computer. Normalerweise genügt ein Bildschirm, um Texte und Zeichnungen aus dem Computer sichtbar zu machen. Braucht man aber die Ergebnisse schwarz auf weiß, müssen sie auf Papier gedruckt werden. Wie im Fall der Einladungskarte. Das übernimmt ein weiterer Computerbaustein, der **Drucker.**

Eine ganze Palette von Druckertypen steht zur Auswahl. Nur paßt nicht jeder zum eigenen Heimcomputer. Schuld daran sind die unterschiedlichen Schnittstellen. Also jene Stecker und Kabel, die zwei Geräte miteinander verbinden. Ob eine parallele Schnittstelle *(Centronic)* oder eine serielle *(RS 232 oder V 24)* für den Druckeranschluß am Computer vorgesehen ist, muß man im Benutzerhandbuch nachschlagen. Neben den unterschiedlichen Anschlüssen, die in der Praxis oft sehr verwirrende Formen annehmen können, ist Drucker zudem nicht gleich Drucker. Manche liefern ein schönes, sauberes Schriftbild, andere hacken noch das typische Computerschriftbild, mit eckigen Buchstaben und Zahlen wie aus der Computersteinzeit. Für den Heimcomputer kommen allerdings nur zwei Möglichkeiten in Frage: der Typenrad- und der Matrixdrucker, der oft auch Nadeldrucker genannt wird. Ein besonders edles Schriftbild zaubert der Typenraddrucker. Wer vorhat, viele Briefe per Computer zu schreiben, für den ist ein **Typenraddrucker** genau das richtige. Die fertigen Briefe sehen aus, wie von einer Schreibmaschine geschrieben. Aber statt wie bei einer normalen Schreibmaschine mit halbkreisförmig angeordneten Hebeln, sitzen die Lettern bei einem Typenraddrucker ringförmig auf einer Scheibe. Und wie kom-

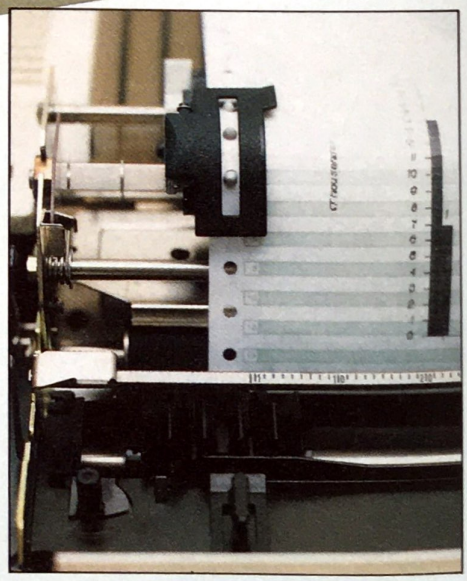
Beim ***Nadeldrucker*** *wandert ein Schreibkopf mit dünnen Nadeln von links nach rechts über das Papier (Bilder links und unten).*



Oben: Ein ***Typenrad-Drucker*** *von Atari*



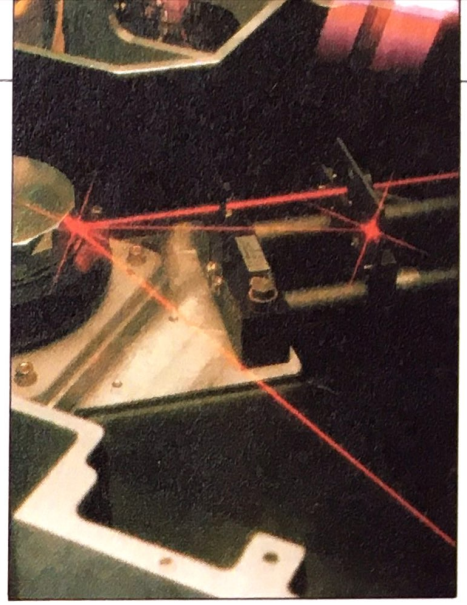
Rechts: Beim Typenrad sind die Buchstaben und Zeichen auf einer runden Scheibe angeordnet.



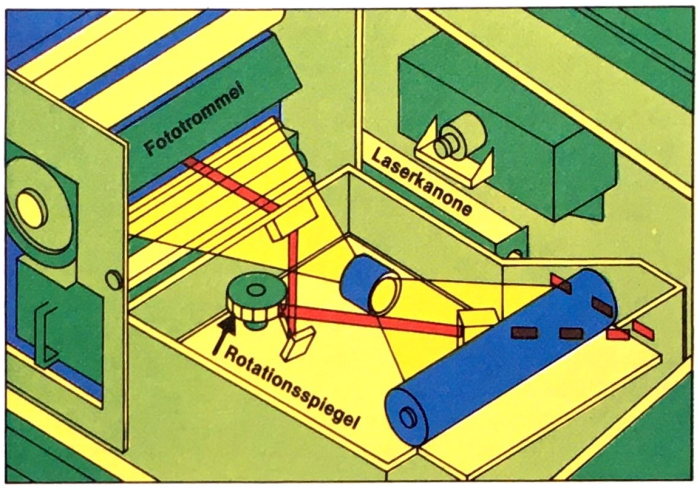
men von dort die Buchstaben aufs Papier? Das Typenrad dreht sich sehr schnell vor dem Druckpapier. Ist der richtige Buchstabe in Schreibposition, schlägt ein kleiner Hammer von hinten dagegen. Der angetippte Buchstabe drückt durch ein Farbband aufs Papier. Für den nächsten Buchstaben wandert das Typenrad ein Stück nach rechts und so fort, bis die Zeile geschrieben ist. Der Vorteil eines Typenraddruckers ist, daß man das Schreibrad austauschen und dann unter verschiedenen Schrifttypen wählen kann. Der Nachteil: das System ist teuer. Gute und robuste Typenraddrucker kosten oft mehr als der Computer.

Billiger ist ein **Nadeldrucker**. Dafür ist das Schriftbild auch nicht so schön. Das liegt daran, wie die Buchstaben aufs Papier gedruckt werden. Wer eine Lupe zur Hand nimmt und sich das Schriftbild genauer ansieht, erkennt, daß die Buchstaben aus winzigen Tintenklecksen zusammengesetzt sind. Sie werden von dünnen Nadeln gestempelt, die in einem Druckkopf stecken. Die Nadeln liegen dort in einer senkrechten Kette übereinander. Der Druckkopf wandert blitzschnell von links nach rechts über das Papier. Dabei druckt er die Buchstaben nicht auf einmal, sondern scheibchenweise aus einzelnen senkrechten Rasterpunktstreifen. Je enger die einzelnen Punkte beieinander stehen, desto schöner sieht hinterher das Schriftbild aus. Das gilt auch für ein anderes Drucksystem, das aber keine Nadeln verwendet, sondern winzige Tintenkanonen. Deshalb heißen diese Drucker auch **Tintenstrahldrucker**. Aus einem Bündel feiner Düsen spritzen klitzekleine Tintentröpfchen aufs Papier. Aus vielen Tröpfchen setzt sich dann ein Buchstabe zusammen. Das geht so schnell, daß das Auge nur den fertigen Buchstaben sehen kann.

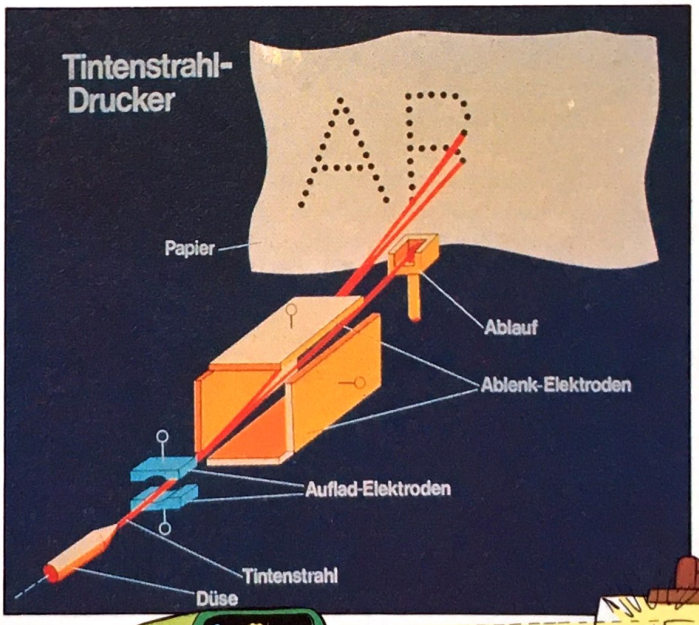
Ein Weltmeister im Drucken ist der **Laserdrucker**, der mit einem speziell gebündelten Lichtstrahl schreibt. Über eine Million Zeilen druckt er in einer Stunde. Und wenn man will, auch Grafiken, Zeichnungen, verschiedene Schriftarten und Schriftgrößen durcheinander. Er kostet aber auch eine Stange Geld und lohnt sich deshalb nur für große Rechenzentren.

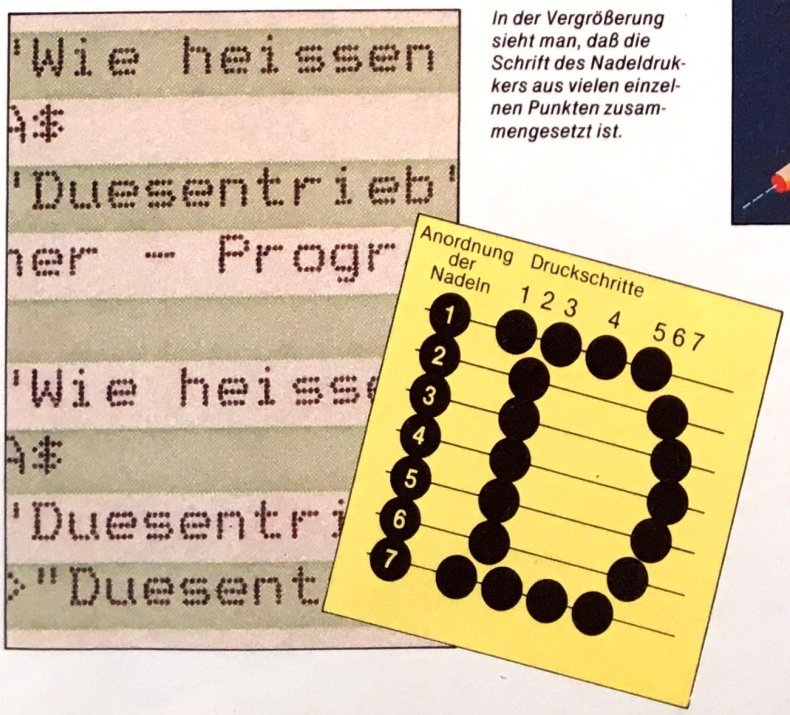


Ein absoluter Schnellschreiber ist der **Laserdrucker.** *Er schreibt mit einem Lichtstrahl, der gebündelt wird und dann, über eine komplizierte Anordnung von Spiegeln geleitet, die Texte auf das Papier belichtet.*



Beim **Tintenstrahldrucker** *spritzen feine Düsen Tintentröpfchen aufs Papier und formen so die Buchstaben.*





In der Vergrößerung sieht man, daß die Schrift des Nadeldruckers aus vielen einzelnen Punkten zusammengesetzt ist.

Weitere Computersteine

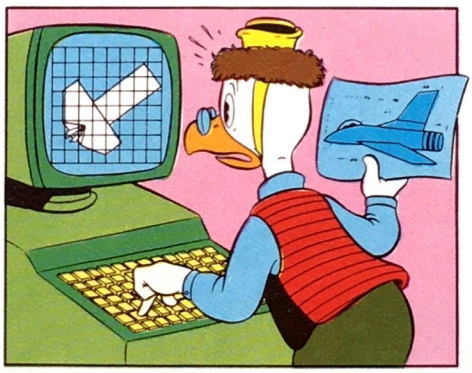
Luna X zerplatzt in tausend Lichtsplitter. Wieder ist eine Weltraumschlacht tapfer geschlagen – vom Wohnzimmersessel aus. Der Computer malt auf dem Fernseher einen blauen Bildschirmhimmel, und mit einem **Joy-Stick** (Steuerknüppel) hat man Laserkanonen und Raumschiffe fest im Griff. Wie die bunten Knallbilder auf die Mattscheibe kommen, ist einfach. Sie stekken fix und fertig abgespeichert in kleinen flachen Schachteln, die seitlich in das Computergehäuse geschoben werden. In diesen Kassetten steckt ein ROM-Speicher, auf dem das ganze Telespiel in Form einer ellenlangen Datenkette gespeichert ist. Von dort wird das Spiel über den Arbeitsspeicher und die Zentraleinheit (CPU) auf den Fernsehschirm übertragen. Anschlüsse für einen Joy-Stick hat fast jeder Heimcomputer. Ob die Steuerregler als Drehknöpfe, griffgerecht geformte Hebel oder als Autolenkrad mit Gaspedal ausgebildet sind, hängt vom Geldbeutel und vom verwendeten Spiel ab. Funktionieren tun sie fast alle nach dem gleichen Prinzip: Jede Bewegung mit dem Joy-Stick löst einen bestimmten Stromimpuls aus, der vom Computer verstanden wird und Rennwagen in die Kurve driften läßt oder Laserblitze auf Raumschiffe abfeuert.

Wer die vorgefertigten Spiele satt hat, denkt sich selbst welche aus und versucht, sie dem Computer beizubringen. Um sich die Arbeit mit den bunten Bildern auf dem Fernseher ein wenig einfacher zu machen, hat man Grafik-Tabletts erfunden. Sie sehen aus wie Frühstückstabletts, nur daß sie voll

Links: Mit einem Joystick habt Ihr die Videospiele fest im Griff.

Elektronik stecken. Das wichtigste ist die Zeichenoberfläche, die mit einer Art Griffel beschrieben wird. Zu sehen ist allerdings nichts, wenn der Griffel darauf herummalt.

Die elektronischen Bilder werden Punkt für Punkt auf den Bildschirm übertragen. Denn jede Stelle auf der Zeichenoberfläche des Grafik-Tabletts entspricht einer Stelle auf der Mattscheibe. Bildschirm und Tablett sind mit einem quadratischen Gitternetz, das wie ein Rechenheftblatt aussieht, überzogen. Jedes kleine Quadrat entspricht einem Bildpunkt, auch **Pixel** genannt. Aus vielen Pixels entsteht dann eine Zeichnung.



An manche Computer läßt sich auch ein **Lichtgriffel** anschließen. Mit dem kann man direkt auf den Bildschirm tolle Bilder malen. Natürlich wieder elektronisch. Bildröhre, Griffel und Computer arbeiten dabei Hand in Hand. Wie das funktioniert? Ein Fernsehbild wird durch einen winzigen Strahl aufgebaut, der von links nach rechts und von oben nach unten über die gesamte Mattscheibe huscht. In der Spitze des Griffels sitzt ein lichtempfindliches Element. Wird es gegen die Mattscheibe gedrückt, spürt der Griffel den Bildstrahl der Fernsehbildröhre auf. Er gibt ihn als Signal an den angeschlossenen Computer weiter. Da der Computer immer genau weiß, wo gerade der Bildstrahl auf der Mattscheibe steckt, weiß er dann auch, wo der Lichtgriffel hinzeigt. Diesen Punkt kann der Computer verändern, zum Beispiel einfärben, schwarz oder weiß machen. Fährt man langsam mit dem Griffel über den Fernsehbildschirm, entstehen Linien, Kreise oder Kurven. Der Phantasie sind keine Grenzen gesetzt.
Eine andere Zeichenmaschine ist der **Plotter**. Am gebräuchlichsten sind die Flachbrett-Plotter. Wie sie heißen, sehen sie auch aus: flach wie ein Brett. Ein Zeichenstift fährt, über Schienen gesteuert, waagerecht und senkrecht über das Blatt. Schaltpläne, Grundrisse und andere Konstruktionszeichnungen sind für einen Plotter kein Problem. Wer geschickt ist, baut sich diese Zeichenmaschine mit einem Modellbaukasten selbst. Das ist nicht schwer. Etwas problematischer ist es, dem Computer die richtigen Befehle für die Steuerung des Plotters einzugeben. Das ist eigentlich nur was für Fortgeschrittene. Trotzdem kann es auch Anfängern viel Spaß machen.

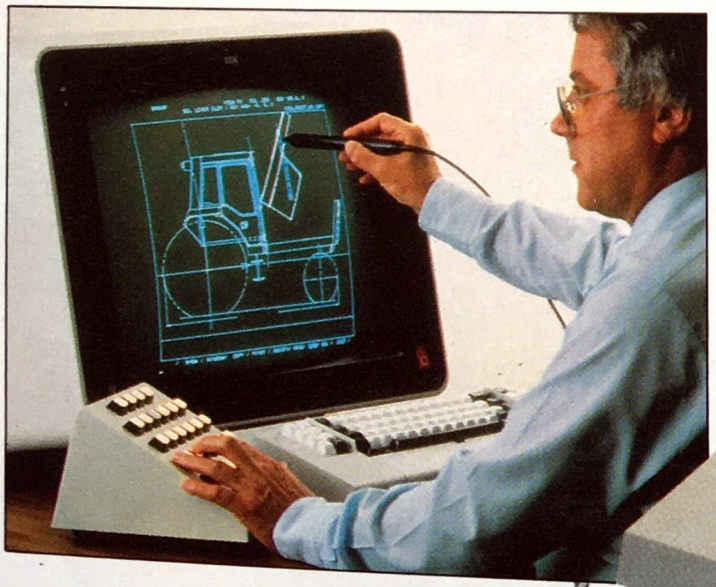
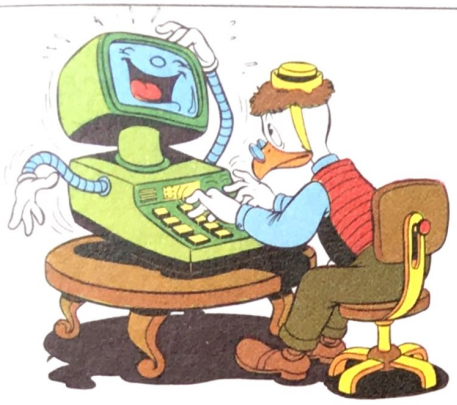


Bild links: Mit dem Lichtgriffel kann der Konstrukteur auf dem Monitor seine Pläne verändern.
Unten: Über einen solchen Plotter kann der Computer auch komplizierte Pläne ausdrukken.

Wie ein Computer funktioniert



Computer sind die reinsten Wunderknaben. Sie können einfach alles, heißt es. Und rechnen sollen sie können, schneller als ein Mensch denken kann. Tolle Sache! Also nichts wie ran an die Tasten. Soll das Wunderkind mal beweisen, was in ihm steckt. Eine leichte Aufgabe zuerst: „Bitte rechne mir 25 mal 38 aus." Über die Computertasten ist die Rechenaufgabe schnell eingegeben. Jetzt kann er anfangen zu denken. Von wegen, der Computer denkt überhaupt nicht daran. Der Bildschirm bleibt leer, es passiert absolut nichts. Also noch einmal von vorn. Geduldig tippt man wieder die Aufgabe ein. Wieder nichts. Das ist doch zum Verzweifeln. Jetzt hat man so einen superschlauen Wunderknaben, und trotzdem stellt er sich an wie der letzte Trottel: versteht nur Bahnhof. Da kann doch was nicht stimmen?

Richtig! Ein Computer ist schließlich keine Zauberkiste, die man nur aufmachen muß, und schon springen die tollsten Sachen heraus. Im Gegenteil. Ein Computer kann nicht mehr ausspukken, als ihm vorher eingegeben wurde. Warum versteht er aber dann die einfache Rechenaufgabe nicht? Ganz einfach. Computer verstehen nur eine ganz bestimmte Sprache. Wer also nicht auf „Computerisch" mit ihm redet, stößt auf taube Ohren. So eine Computersprache ist nichts anderes als eine Sammlung von Spielregeln. Wer sie alle beherrscht, kann sich mit dem Computer wunderbar unterhalten.

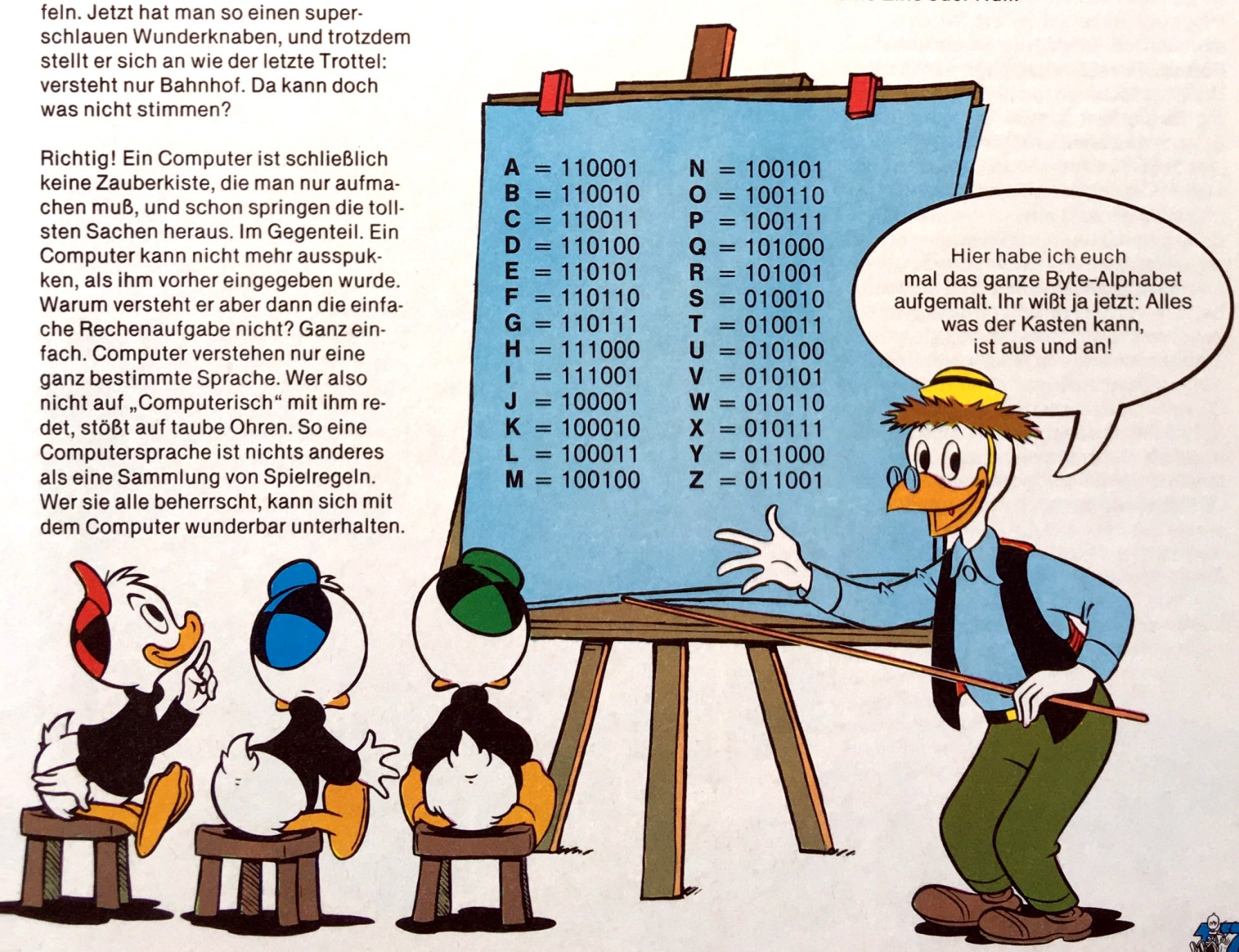
Erstaunlich ist das schon, denn im Grunde ist die Kiste nur ein Haufen Elektronik. Wie kann also ein solcher Kasten eine Sprache sprechen oder gar verstehen? Dazu ein kleiner Ausflug ins Herz des Computers, in die CPU. Eine mächtig imponierende Sache, wenn man das winzige Ding von **Chip** unter der Lupe anschaut, mit den vielen labyrinthartigen Leitungen. Doch so intelligent der Chip auch ausschaut, das täuscht. Er weiß weniger als ein Erstkläßler. Er kann nämlich nicht mal bis zwei zählen. Nur zwei Ziffern kennt er, Null und Eins. Wie kommt das?

Im Chip stecken eine Vielzahl von winzig kleinen elektronischen Schaltern, die nichts anderes machen, als den Strom an- und auszuknipsen. Ganz so, wie das normale Lichtschalter auch tun. Nur sind die elektronischen Schalter viel, viel schneller. Für den Computer heißt nun
an = Strom fließt = Ziffer 1
und
aus = kein Strom fließt = Ziffer 0.

Das Tolle ist nur, daß mit diesen beiden Ziffern (Null und Eins) alle denkbaren Daten, Buchstaben oder Zahlen ausgedrückt werden können. Ganz neu ist das allerdings nicht, denn auch das Morsealphabet kennt ja nur Punkte und Striche.

Was der Computer mit seinen Nullen und Einsen machen muß, läßt sich mit dem Morsen vergleichen: die Buchstaben oder Zeichen, die man dem Computer eintippt, werden in ein festgelegtes Muster aus Nullen und Einsen verwandelt.
Der Buchstabe **A** verwandelt sich zum Beispiel in den Nullen- und Einser-Block **00100001,** das **R** wird im Computer zu **00110010.** Damit ist jedes Zeichen unverwechselbar numeriert. Mit diesen Blöcken jongliert der Computer, schreibt Sätze, rechnet mit langen Zahlenkolonnen.

Jeder Block hat genau acht Ziffern. Man sagt auch, ein Block ist ein **Byte** groß. Und die einzelnen Ziffern in dem Block heißen **bit.** Das ist die Abkürzung von **bi**nary digi**t.** Ein bit ist also immer eine Eins oder Null.



Du lieber Himmel, nichts als Nullen und Einsen! Gott sei Dank muß man sich nicht mit dieser Maschinensprache, wie die Null- und Einsersprache auch genannt wird, herumschlagen. Der Computer ist so nett und hat einen Dolmetscher gleich mit eingebaut. Er übersetzt die nicht gerade leicht zu lesende Maschinensprache in knappe Worte oder Zahlen. Auf der Computertastatur muß deshalb nicht ein Chaos von Nullen und Einsen stehen, sondern die uns bekannten Buchstaben und Zahlen. Es ist doch wesentlich bequemer, nur die Buchstaben S-T-O-P einzutippen als den Rattenschwanz von Nullen und Einsen: 00110011 001101100 00101111 00110000.

Der Übersetzer erspart also dem Computerfreund viel Mühe. Ganz ohne geht's allerdings trotzdem nicht. Denn die Sprache, in die der Übersetzer die Maschinensprache verwandelt, nennen die Computerspezialisten höhere Programmiersprache. Und die will auch erst gelernt sein.

Da beginnt es etwas kitzlig zu werden. Es gibt nämlich verschiedene höhere Programmiersprachen. Sie haben so exotisch klingende Namen wie **Cobol, Fortran, Pascal, Algol, Logo** oder **Basic.** Die Liste ist lange noch nicht vollständig. Es gibt fast so viele Sprachen, wie es verschiedene Computertypen gibt. Das liegt zum Teil an den Computerherstellern. Jeder bastelt an eigenen Sprachen, die er natürlich nur den eigenen Computern beibringt. Der Hintergedanke ist: Wer einen Computer kauft und seine Sprache erst einmal gelernt hat, steigt nicht so schnell auf einen anderen Typ um. Denn dann würde das Sprachenlernen von neuem anfangen. Außerdem könnte man alle Programme, die man für den alten Typ gekauft hatte, auf den Müll werfen, da der neue Computer sie nicht verdauen kann. Vor allem in der Heimcomputerklasse ist das Sprachenwirrwarr besonders groß. Sie verstehen zwar alle die Basicsprache, aber mittlerweile hat fast jeder Hersteller einen eigenen Basicdialekt geschaffen. Was also ein Heimcomputer versteht, versteht ein anderer schon nicht mehr.

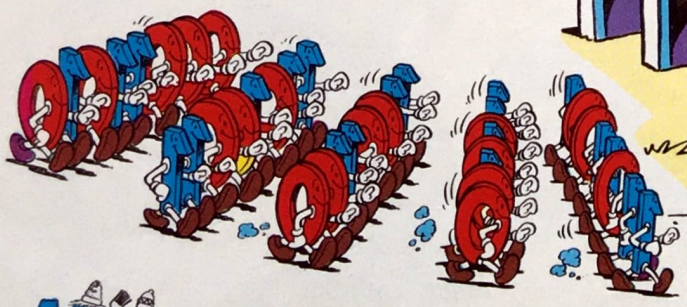
Der andere Grund für die Sprachenvielfalt liegt darin, daß Computer für Spezialaufgaben eingesetzt werden. Das betrifft hauptsächlich die großen Computer in den Büros, Forschungslabors oder Fabriken. Man hat zum Beispiel spezielle Sprachen entwickelt, mit denen es leichter ist, dem Computer komplizierte technische Formeln beizubringen. Andere Sprachen eignen sich besser für kaufmännische Aufgaben. Wichtig ist aber: Will man mit einem Computer reden, muß man seine Sprache sprechen.

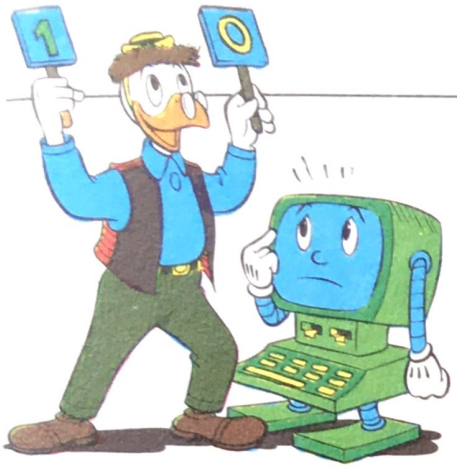
Deshalb klappt auch die gutgemeinte Rechenaufgabe „Bitte rechne mir 25 mal 38 aus" nicht. Sie ist nicht computergerecht geschrieben. Da Heimcomputer Basic verstehen, muß die Aufgabe auch in Basic eingetippt werden. Übersetzt hieße das: *PRINT 25 * 38.* Was ist aber, wenn man für Sprachen einen Holzkopf hat? An Latein, Französisch oder Englisch nur mit Grauen denkt? Und jetzt kommt der Computer auch noch mit einer anderen Sprache daher – du meine Güte!

So schlimm ist es nicht mit der Computersprache. In Amerika gehen schon Vierjährige, die nicht mal ihre eigene Muttersprache perfekt sprechen, mit dem Computer um.

Basic, eine Abkürzung aus *Beginners All-Purpose Symbolic Instruction Code,* (oder Allzweck Symbolsprache für Anfänger), hat je nach Dialekt zwischen 80 und 150 Wörter. Sie werden auch Befehle genannt. Das ist nicht viel. Diese Menge genügt aber vollständig, um mit einem Heimcomputer in Kontakt zu treten. Am Anfang muß man nicht mal alle Befehle kennen. Denn mit knapp 20 Prozent der Befehlswörter lassen sich fast 80 Prozent aller Aufgaben lösen.

Wie bei einer Fremdsprache ist auch beim Computer ein wenig Grammatik nötig. Aber wirklich nur ein wenig. Doch Spielregeln müssen nun mal sein. Sie legen fest, wie die Befehle miteinander verknüpft werden dürfen. Kurz: wie man mit der Basicsprache umgehen muß, damit der Computer auch versteht, was sein Herr und Meister will.





Wie ein Computer mit Zahlen umgeht

Computer können so schnell rechnen, daß es schon fast unheimlich ist. Achtstellige Zahlen miteinander malzunehmen, zum Ergebnis eine neunstellige Zahl dazuzuzählen und das Ganze durch eine fünfstellige Zahl zu teilen, ist selbst für einen Taschenrechner, nicht größer als eine Fahrkarte, ein Kinderspiel. Kaum sind die Zahlen eingetippt, spuckt der Computer das Ergebnis aus. Das grenzt fast an Zauberei. Aber nur fast. In Wirklichkeit kann der Computer nicht mal einfaches Simsalabim. Er kennt nur zwei Ziffern: Null und Eins. Die Ziffer Zwei würde ihn schon total überfordern. Warum schafft er es trotzdem, mit jeder beliebigen Zahl zu rechnen, als wäre nichts dabei?
Er benützt einen einfachen Trick und verwandelt alle Zahlen zu Nullen und Einsen. Das macht er natürlich nicht wahllos. Er geht dabei sehr sorgfältig vor.

Die Ziffer Null ist für den Computer noch leicht. Sie bedeutet für ihn Null. Die Ziffer Eins kapiert er auch noch als Eins. Aber schon bei der Ziffer Zwei hat er bekanntlich Schwierigkeiten. Er muß es schaffen, sie mit seinen zwei Bausteinen Null und Eins darzustellen. Er schreibt ganz einfach Eins-Null (10) und sagt: das bedeutet die Ziffer Zwei. Dagegen ist nichts einzuwenden, wenn der Computer es schafft, auch die weiteren Ziffern so zu schreiben, daß sie unverwechselbar sind. Bis zur Ziffer Zwei ist bis jetzt alles gutgegangen. Jetzt kommt aber die Ziffer Drei dran. Nichts leichter als das, denkt der Computer und schreibt Eins-Eins (11). Alles klar. Die Ziffern Null bis Drei unterscheiden sich gut von einander. Was macht er aber mit der Zahl Vier? Er holt sich einfach eine dritte Stelle und schreibt Eins-Null-Null (100). Der Computer ist nicht auszutricksen. Brav schreibt er seine Null- und Einserkombinationen auf, das ganze Zahleneinmaleins hinauf. Fachleute sagen auch: der Computer verwandelt die Dezimalzahlen in **Binär-** oder **Dualzahlen.**

Die Zahl 100 wäre dann in seiner Sprache die Kombination 1100100. Ganz schöne Klimmzüge, die ein Computer machen muß, um mit ein paar Zahlen zu rechnen. Für Menschen wäre das nichts. Computer sind jedoch blitzschnell und jonglieren den Null- und Einsermischmasch in nur Bruchteilen von Sekunden hin und her. Aber wie machen sie das?

Dazu ein kleiner Ausflug ins Rechenwerk eines Computers, wo die vielen Nullen und Einsen ihr Quartier haben. Als erstes stößt man – bildlich gesprochen – auf drei Häuser, über deren Eingängen jeweils andere Namen stehen. Über einem Tor steht **„Und“**, am anderen Haus **„Oder“**, und über der Tür des dritten Hauses steht das Wort **„Nicht“.** Diese Häuser müssen was Besonderes sein, denn die Nullen und Einsen marschieren zielstrebig durch die Türen. Vorne kommt niemand wieder heraus, dafür sind die Hinterausgänge da. Was Seltsames muß in diesen Häusern vorgehen. Denn bei einem zum Beispiel marschieren vorne Nullen rein, und hinten kommen sie als Einsen wieder heraus. Was soll das?

Natürlich steckt, wie überall im Computer, auch hier Elektronik dahinter. Die beschriebenen Häuser sind nichts anderes als elektronische Schaltungen, die die Ströme im Computer dirigieren. Null heißt ja für den Computer Strom aus, und Eins bedeutet Strom an.
Will er nun zwei Zahlen, zum Beispiel 14 und 4, zusammenzählen, wandelt er sie zuerst in seine Null- und Einserzahlen um. Also in 1110 und 100. Als Ergebnis steht hinterher 10010 da. Was erkennt man auf den ersten Blick? Die zwei Ausgangszahlen haben zusammen vier Einser und drei Nullen. Da müssen also Nullen und Einser verwandelt worden sein, schließt man messerscharf. Richtig. Genau das passiert in den elektronischen Schaltungen, die so seltsame Namen tragen wie „Und“, „Oder“ und „Nicht“.

Der Fachmann nennt sie auch logische Schaltungen, weil sie nach einem genau festgelegten Plan arbeiten. Darin steckt das Geheimnis der Computerrechenkunst. In Gedanken kann man diese Schaltungen aus Transistoren und Widerständen auch als einfache Häuschen sehen, mit verschiedenen Ein- und Ausgängen.

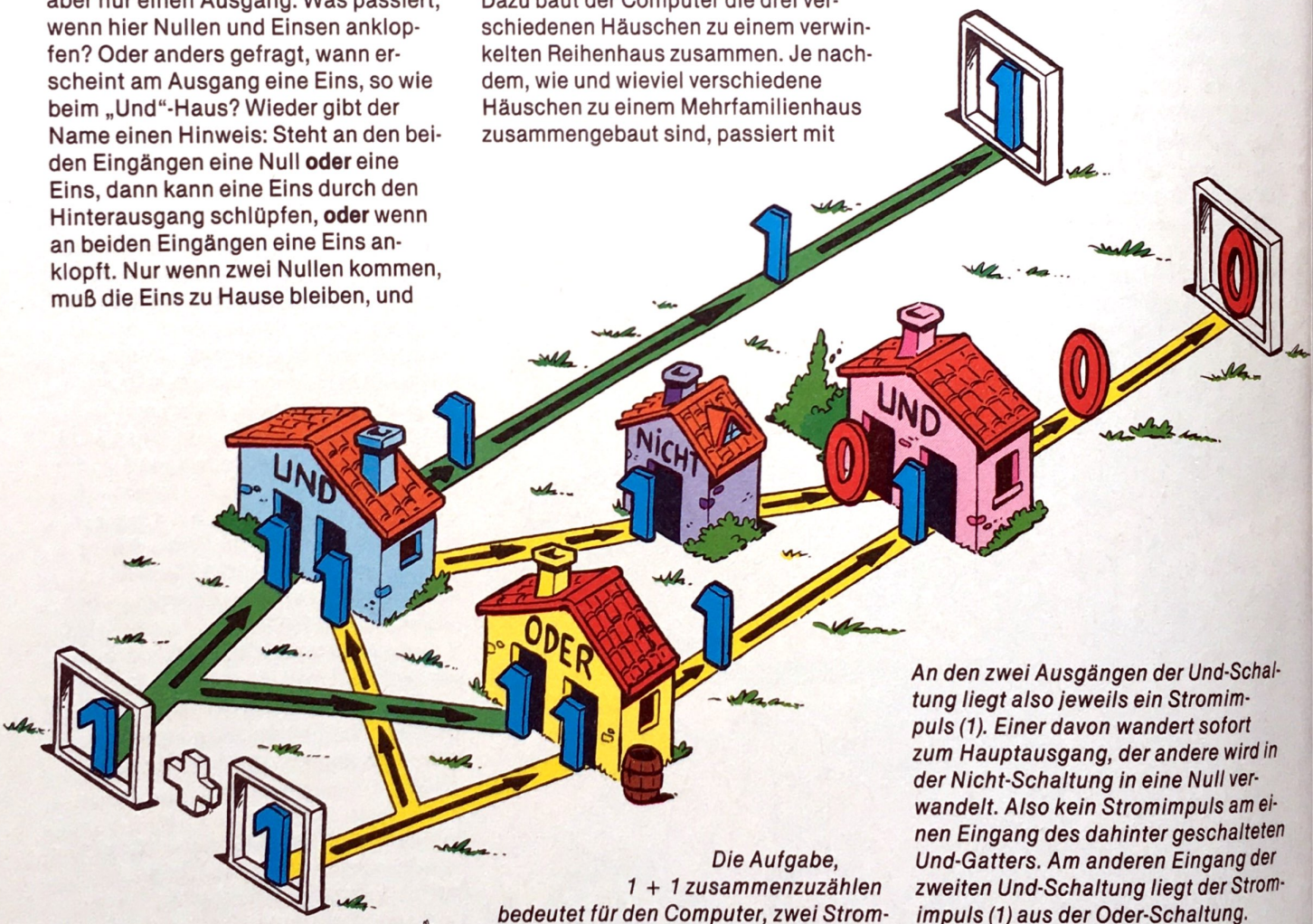
Das erste Haus mit dem Namen „Und" hat zwei Türen. Der Name hat damit zu tun, wie die ankommenden Nullen und Einsen behandelt werden. Klopft zum Beispiel eine Eins an die erste Tür **und** eine Eins an die zweite Tür, dann darf auch eine Eins den Hinterausgang verlassen. Oder übersetzt ins Elektrische: Liegt an den beiden Eingängen der Und-Schaltung jeweils ein Stromimpuls, dann führt auch der Ausgang einen Stromimpuls. In allen anderen Fällen, wenn also am ersten Eingang eine Null und am zweiten eine Eins oder umgekehrt ist, hat der Hinterausgang des Und-Häuschens nur eine Null zum Weiterleiten. Der Sinn dieser Schaltung ergibt sich erst in der Kombination mit den anderen beiden.

Sie funktioniert ebenfalls logisch. Das „Oder"-Haus hat auch zwei Eingänge, aber nur einen Ausgang. Was passiert, wenn hier Nullen und Einsen anklopfen? Oder anders gefragt, wann erscheint am Ausgang eine Eins, so wie beim „Und"-Haus? Wieder gibt der Name einen Hinweis: Steht an den beiden Eingängen eine Null **oder** eine Eins, dann kann eine Eins durch den Hinterausgang schlüpfen, **oder** wenn an beiden Eingängen eine Eins anklopft. Nur wenn zwei Nullen kommen, muß die Eins zu Hause bleiben, und eine Null geht zum Ausgang raus. Wieder übersetzt ins Elektrische: Liegt an einem **oder** beiden Eingängen ein Stromimpuls, sendet auch der Ausgang einen Impuls.

Im dritten Haus, dem mit der Aufschrift „Nicht", wird alles umgedreht. Geht eine Null durch den Eingang, kommt sie als Eins wieder heraus. Geht eine Eins zur Tür hinein, wandert sie als Null weiter. Übersetzt: Liegt ein Stromimpuls am Eingang, ist keiner am Ausgang. Umgekehrt: Hat der Eingang keinen Strom, sendet der Ausgang einen Stromimpuls weiter.

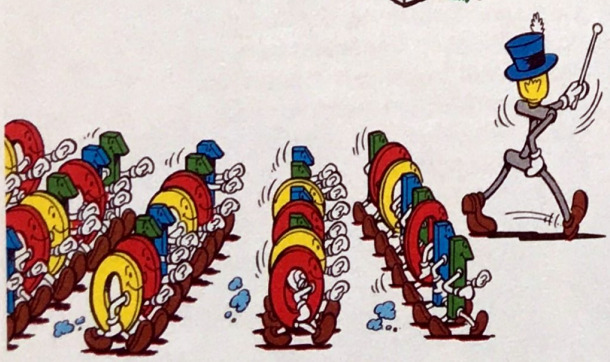
Mit diesen drei Grundbausteinen, auch Gatterschaltungen genannt, kann ein Computer alles rechnen, was ihm vor die Tasten kommt.

Dazu baut der Computer die drei verschiedenen Häuschen zu einem verwinkelten Reihenhaus zusammen. Je nachdem, wie und wieviel verschiedene Häuschen zu einem Mehrfamilienhaus zusammengebaut sind, passiert mit den Nullen und Einsen etwas anderes. Im Reihenhaus „Zusammenzählen" sind zum Beispiel zwei „Und"-Häuschen und jeweils ein „Nicht" und ein „Oder"-Haus zusammengebaut. Zwei Haupteingänge und zwei Hauptausgänge sind vorhanden. Damit kann der Computer zwei einstellige Zahlen zusammenzählen. Also die Ziffern 1 und 0 oder 1 und 1. Vorsicht! Einstellig bedeutet für den Computer was anderes als für das Menschenhirn. Die Zahl 2 ist für uns einstellig, für den Computer aber zweistellig. Warum? Die Zahl 2 stellt ein Computer doch als Eins-Null dar *(10)*. Klar? Eine Rechnung 1 + 2 würde dann auf computerisch *1 + 10* lauten. Der Computer bräuchte dafür drei Eingänge. Bei nur zwei Eingängen stehen also mehrstellige Zahlen draußen. Und wie rechnet der Computer 1 + 1?



An den zwei Ausgängen der Und-Schaltung liegt also jeweils ein Stromimpuls (1). Einer davon wandert sofort zum Hauptausgang, der andere wird in der Nicht-Schaltung in eine Null verwandelt. Also kein Stromimpuls am einen Eingang des dahinter geschalteten Und-Gatters. Am anderen Eingang der zweiten Und-Schaltung liegt der Stromimpuls (1) aus der Oder-Schaltung.

Nach der Logik der Und-Schaltung fließt jetzt an dem Hinterausgang kein Strom weiter. Also eine Null liegt am Ausgang. Zusammen mit der Eins vom anderen Hauptausgang hat die Gesamtschaltung das Ergebnis Eins-Null (10) ausgeworfen. In gewöhnliche Dezimalzahlen übersetzt bedeutet das die Zahl 2. Stimmt. Nach Adam Riese und der Logik des Computers.



Die Aufgabe, 1 + 1 zusammenzuzählen bedeutet für den Computer, zwei Stromimpulse zu verarbeiten. Zuerst treffen die Stromimpulse (also Eins) auf eine Und-Schaltung und eine Oder-Schaltung. Beide Schaltungen reagieren in diesem Fall gleich. Sie leiten den Stromimpuls weiter. Bekanntlich macht die Und-Schaltung das, wenn an ihren beiden Eingängen jeweils ein Stromimpuls liegt. Bei der Oder-Schaltung genügt es, wenn nur wenigstens an einem Eingang ein Stromimpuls ist.

Was ist ein Programm?

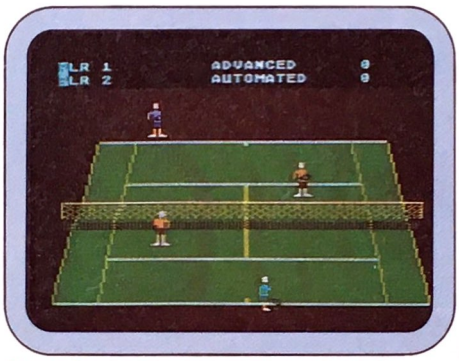
Schatzsucher kennen das: ohne Karte läuft nichts! Woher soll man auch wissen, wo der Goldschatz vergraben ist? Und wer sagt einem, wie man an den Schatz herankommt? Ein Plan ist alles. Darin ist (hoffentlich) genau der Weg beschrieben, der zum ersehnten Ziel führt. Außerdem erfährt man aus einer Schatzkarte auch, was für Hindernisse sich in den Weg stellen.

Bei einem Computer ist es nicht anders. Ohne Plan, oder wie die Fachleute sagen, ohne **Programm** ist ein Computer wie ein Schatz ohne Schatzkarte. Hilflos irrt man über die Tasten, ein Ergebnis oder die Lösung einer Aufgabe liegt in weiter Ferne. Kein schöner Gedanke. Also muß ein Programm her. Aber wie sieht eigentlich so ein Programm aus?

Kurz gesagt: ein Programm ist die Zusammenstellung der Anweisungen, die der Computer bekommt. Denn von alleine tut er nichts. Damit der Computer aber seine Anweisungen versteht, werden sie ihm mundgerecht serviert. Anweisungen, also das Programm, müssen in einer Computersprache abgefaßt sein. Wer eine Computersprache kann, zum Beispiel Basic, Pascal oder Logo, darf sich Programmierer nennen.

Das ist nicht schwer. Jeder Neuling im Computerland lernt in ein paar Wochen die wichtigsten Anweisungen und Befehle einer Computersprache. Dann sehen auch geschriebene Computerprogramme nicht mehr aus wie ein Haufen Hieroglyphen. Eingeweihte lesen in einem Programm wie in einem aufgeschlagenen Buch: Die für den Anfänger unverständliche Aneinanderreihung von Zahlen, Buchstaben und Worten sind für sie logische Texte. Im Grund genommen stecken in einer Programmiersprache nur drei verschiedene Anweisungen. Die erste ist: Man kann dem Computer befehlen, daß er etwas tun soll. Also zum Beispiel: „Schreibe den Namen DÜSENTRIEB auf den Bildschirm." Das muß nur noch richtig in einer Computersprache ausgedrückt werden. In Basic würde die Anweisung lauten: *PRINT „DÜSENTRIEB"*. Wer Englisch kann, weiß natürlich sofort, was **PRINT** auf Deutsch heißt: schreibe oder drucke. Nichts anderes macht dann der Computer. Auf dem Bildschirm steht in fein säuberlichen Buchstaben: DÜSENTRIEB.

Soll der Name aber nicht nur einmal auf dem Bildschirm stehen, sondern beispielsweise fünfmal, muß man dem Computer eine entsprechende Anweisung erteilen. Schreibe den Namen fünfmal auf den Bildschirm. Oder solange, bis ich Halt sage. Die zweite Art von Befehlen sind so etwas ähnliches wie Wiederholungsbefehle. Sie sorgen dafür, daß der Computer gleiche Programmschritte mehrfach wiederholt. Bei der dritten Art von Befehlen muß sich der Computer entscheiden, bevor er sie ausführen kann: Soll's nun linksherum gehen oder rechtsherum? Der Computer entscheidet das natürlich nicht total selbständig. Die Möglichkeiten, die er hat, sind ihm genau vorgegeben.

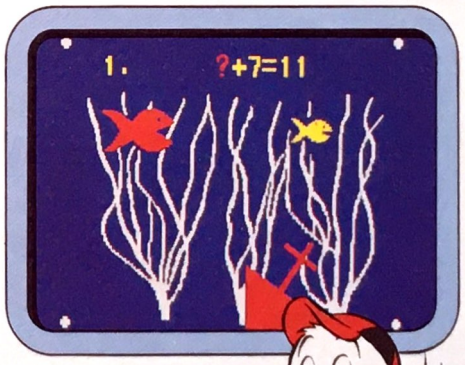


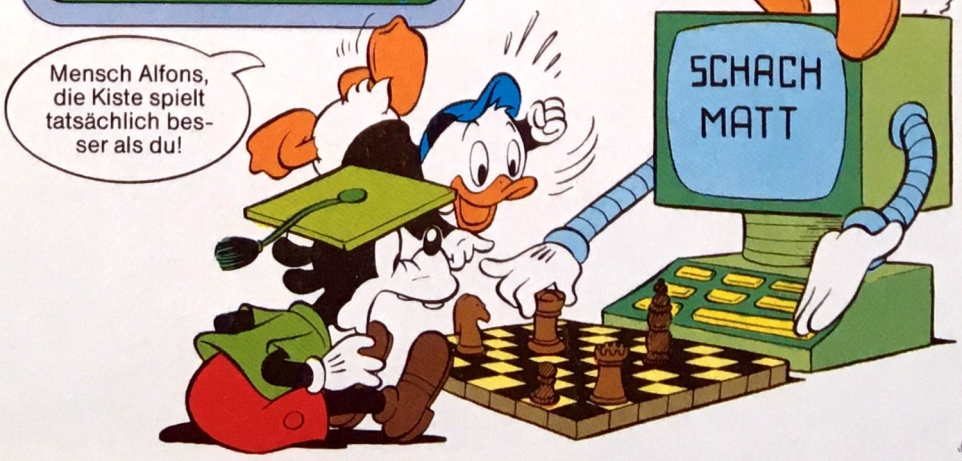
Solche Computerprogramme kennt Ihr sicher. Auch für PacMan oder Video-Tennis muß ein ganz gewöhnliches Programm geschrieben werden.

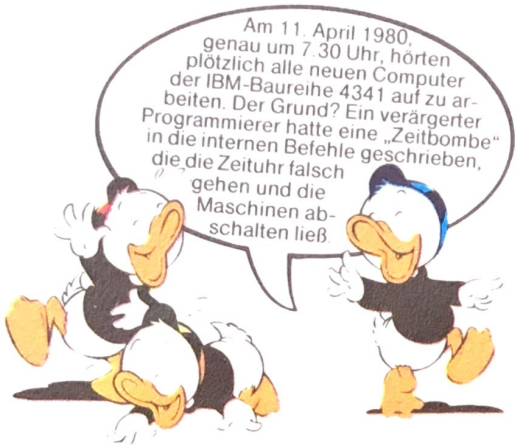
Mit einem zehnjährigen Videospielverbot belegte in Amerika ein Richter den 18jährigen Eric McGill. Eric war wütend geworden, weil seine Familie in einen neuen Ort zog, was ihm die Möglichkeit nahm, in seiner Lieblingsvideohalle zu spielen. So wütend wurde Eric, daß er kurzerhand das neue Haus anzündete, und das sogar gleich zweimal hintereinander.

Wenn er also an eine Kreuzung im Programm kommt, braucht er eine Entscheidungshilfe, wie er weitermachen soll. Um bei unserem Beispiel zu bleiben: „Wenn der Name »DÜSENTRIEB« eingetippt ist, dann schreibe »Prima! Spitze!«. Wenn ein anderer Name eingetippt wird, dann schriebe »Pfui Spinne!«."
Der Computer kann jetzt also in zwei Richtungen gehen. Welche er wählt, entscheidet der Name, der eingetippt wird.

Solche Entscheidungen kommen in Computerprogrammen ziemlich häufig vor. Ein typischer Basicbefehl, der eine Entscheidung vom Computer erwartet, ist: **IF... THEN.** In der deutschen Übersetzung heißt das: WENN... DANN. Also, **wenn** die Taste A gedrückt wird, **dann** tut der Computer nichts, oder er sagt „HALLO" oder, oder... Beispiele findet man in Computerprogrammen genug.







Auch die anderen Befehle, die ein Computer braucht, sind nicht komplizierter als der IF...THEN-Befehl.
Wichtig ist dabei, daß man mit den Anweisungen an den Computer sehr sorgfältig und genau umgeht. Denn Schlampigkeit verzeiht er nicht. Hier ein Komma zuviel, dort ein Anführungszeichen zu wenig, und schon spuckt der Computer Gift und Galle: Fehler, Fehler. Oder in Basicsprache: **SYNTAX ERROR.** Blickt man dann nicht sofort durch und findet den krummen Hund im Programm, spart der Computer nicht mit ERROR-Meldungen.

Was die Form angeht, ist also ein Computer sehr pingelig. Man gewöhnt sich aber sehr schnell daran. Auch an die zunächst etwas merkwürdig aussehende Schreibweise von Computerprogrammen.

Basicprogramme fangen nicht mit einem Befehl an, sondern mit einer Zahl. Meistens steht als Anfang die Zahl 10. In der nächsten Zeile steht dann 20, darunter 30 und so fort. Jede Zeile hat eine Nummer. Das hat seinen Grund. Natürlich, wie alles im Computerland. Erstens wird das Programm durch die Numerierung der einzelnen Zeilen übersichtlicher, zweitens hält sich der Computer genau an die Reihenfolge der Zahlen. Also zuerst kommt die Zeile 10 dran, dann Zeile 20, dann Zeile 30... bis alle Zeilen durchgearbeitet sind.

Der Computer ist eine gefräßige Maschine. Ihm schmecken aber nicht nur selbstgebastelte Programme, die über seine Tasten Zeile für Zeile mühsam eingetippt werden müssen. Fix und fertige Programme gibt es in Hülle und Fülle zu kaufen. Gespeichert auf Disketten, Magnetbändern oder in Steckkassetten. Dann genügt nur ein Handgriff, manchmal zwei, Kassette in den dafür passenden Computeranschluß gesteckt, Maschine an, und blitzschnell holt sich der Computer das Programm vom Speicher. Er liest es heraus, wie man das fachmännisch sagt. Das Programm auf der Kassette wird dabei nicht gelöscht. Es bleibt wie in einem Buch stehen und der Computer kann, so oft man ihn läßt, darin lesen.

Übersicht Programmiersprachen

Fachleute streiten sich, welches wohl die beste Programmiersprache ist. Bei den Heimcomputern hat **Basic** das Rennen gemacht. Basic ist leicht zu erlernen, und man kann damit fast alles auf dem Computer machen. Basic ist aber nicht alles. Wer sich zum ersten Mal an einen Computer wagt, stößt neben Basic immer häufiger auf eine andere Anfängersprache: **Logo.** Sie ist vor allem bei Kindern sehr beliebt. Statt mit seitenlangen Erklärungen arbeitet Logo viel mit Zeichnungen und einfachen Anweisungen. Das Erkennungsmerkmal ist in Amerika, wo Logo erfunden wurde, die Schildkröte. In Deutschland erscheint ein Igel auf dem Bildschirm und hilft beim Programmieren. Beherrscht man erst mal eine Computersprache, findet man schnell den Einstieg in andere. Voraussetzung ist aber immer, daß der Heimcomputer mit den anderen Sprachen etwas anfangen kann. Die Bedienungsanleitung gibt darüber Auskunft. Vielleicht will man später mal auf einen größeren Computer umsteigen, und da hilft es, wenn man weiß, was es noch für Computersprachen gibt.

Algol wurde von einer internationalen Gruppe von Computerspezialisten entwickelt. Sie eignet sich für Computer, die hauptsächlich an Themen aus der Forschung und Wissenschaft arbeiten.

Assembler bedeutet zweierlei. Einmal ist damit der Übersetzer gemeint, der ein in Assembler-Sprache geschriebenes Programm in die Maschinensprache des Computers umwandelt. Zum andern ist Assembler eine Sprache, die stark mit dem Maschinencode des Computers verwandt ist. Sie ist deshalb nicht so einfach zu lernen. Der Vorteil ist aber, daß alles, was in Assembler-Sprache geschrieben ist, im Computer sehr schnell verarbeitet wird.

Cobol wird häufig im kaufmännischen Bereich verwendet. Sie gehört zu einer der wenigen Sprachen, die nicht in verschiedenen Dialekten durch die Computer geistern. Deshalb ist Cobol auch leicht auf fremde Computer übertragbar.

Exapt ist eine Spezialsprache, mit der computergesteuerte Werkzeugmaschinen laufen.

Forth wurde ursprünglich entwickelt, um ein Himmelsteleskop automatisch zu steuern. Das Besondere an Forth ist, daß sie dazulernen kann. Das bedeutet, daß der Befehlsschatz sich ständig erweitern kann, je nachdem wie es der Programmierer haben will.

Fortran gibt es in unterschiedlichen Sprachdialekten. Sie werden für wissenschaftliche Zwecke verwendet, da sich mit dieser Sprache mathematische Formeln sehr leicht in den Computer füttern lassen. Mit Texten steht Fortran allerdings auf Kriegsfuß. Dafür gibt es bessere Sprachen.

Pascal ist nichts für Anfänger. Sie ist wesentlich schwieriger zu erlernen als Basic. Als zweite Computersprache aber zu empfehlen, weil sie das computergerechte Denken fördert.

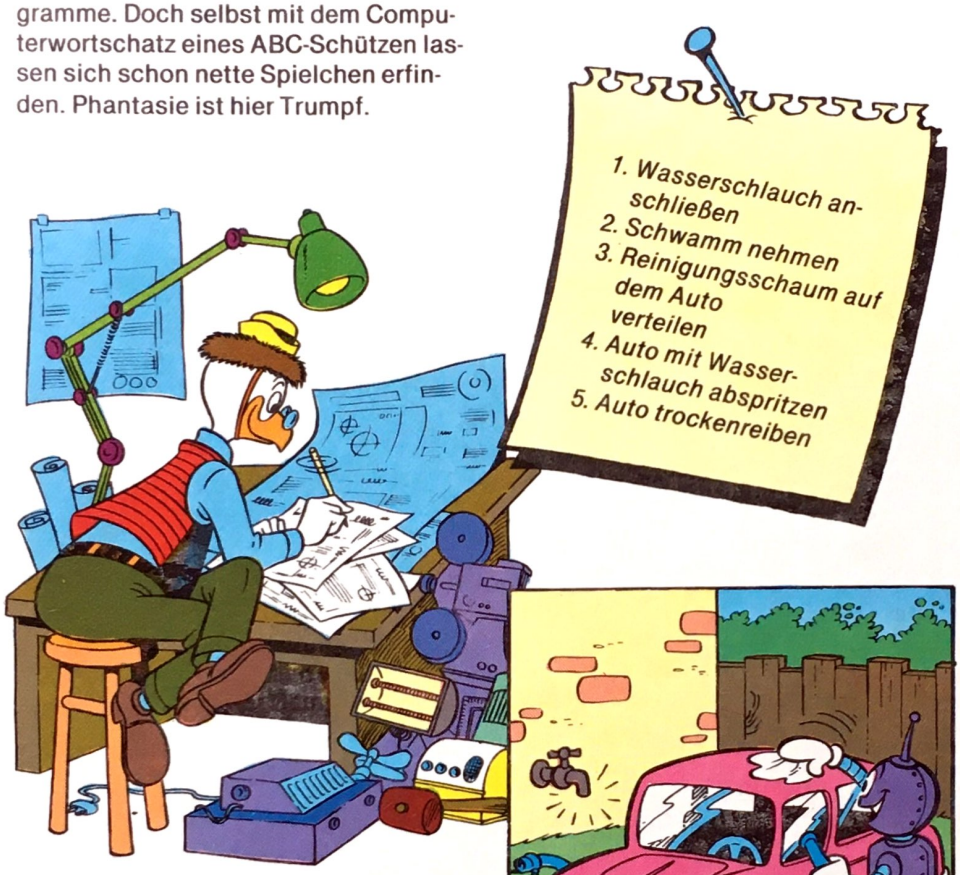
Smalltalk arbeitet viel mit Bildern und ist vor allem in Personalcomputern neuerer Bauart zu finden.

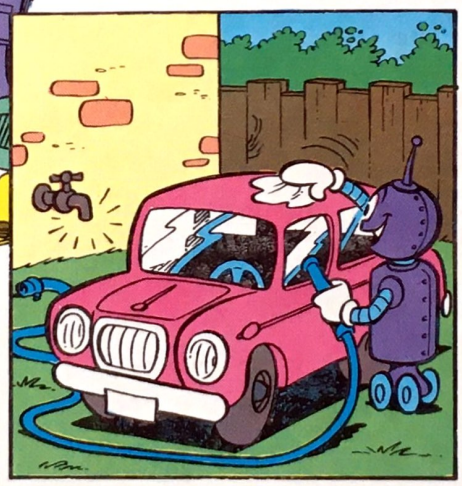
In Amerika gehört der Unterricht am Computer schon längst zum Schulalltag.

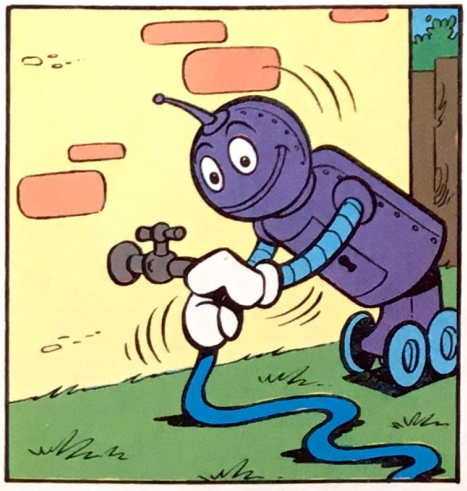
Wie man Programme schreibt

Spielkassette kaufen, rein damit in den Computer und **RUN** drücken. Die einzige Schwierigkeit, auf diese Art mit dem Computer umzugehen, ist die Frage des nötigen Kleingelds. Es geht aber auch anders. Eine Möglichkeit, Computerspiele zu bekommen, die nichts kosten – außer vielleicht ein paar Schweißtropfen –, ist das spannende Abenteuer, so ein Spiel selbst zu basteln. Voraussetzung dafür ist, daß Ihr eine Computersprache beherrscht. Und je besser Ihr damit umgehen könnt, desto raffinierter werden auch Eure Programme. Doch selbst mit dem Computerwortschatz eines ABC-Schützen lassen sich schon nette Spielchen erfinden. Phantasie ist hier Trumpf.

In einem Programm stecken jedoch nicht nur Befehle aus einer Computersprache, sondern auch noch eine Menge Logik. Logisch! Denn wenn dem Computer nur Befehle um die Ohren fliegen und er nicht weiß, was zuerst an der Reihe ist und wie er die einzelnen Befehle miteinander verbinden soll, dann kommt er ziemlich ins Schleudern – und meutert! Ein kleines Beispiel soll das verdeutlichen: Ein Roboter namens Biti soll ein dreckiges Auto waschen. Damit er das tut, wird sein Computergehirn programmiert.



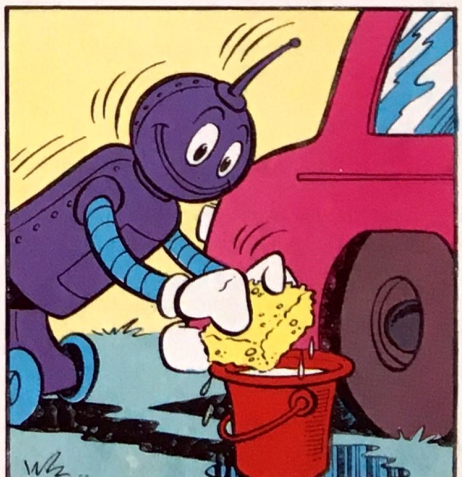




Die Anweisungen scheint Roboter Biti gut zu verstehen, er macht sich an die Arbeit, und wir können uns inzwischen zu einem kleinen Schläfchen aufs Ohr legen. Denkste! Kaum drehen wir unserem Autowäscher den Rücken, macht er nur Mist. Ohne Wasser schmiert er den Schaum aufs Auto. Aber wie! Er benützt dazu den Schlauch, statt den Autoschwamm. Ist das eine blöde Maschine, denken wir. Doch der Roboter kann nichts für seine Pfuscharbeit. Er macht nur das, was ihm als Programm eingegeben wurde. In dem Programm muß also irgendwo der Wurm drinstekken. Natürlich, wir haben in den Anweisungen an unseren Helfer solche Kleinigkeiten wie „Wasserhahn aufdrehen" oder „Tauche Schwamm in Reinigungsschaum" glatt vergessen. Ohne ganze präzise Angaben produziert der beste Roboter oder der teuerste Computer nur Schrott.

Ein Programm muß also, wenn es funktionieren soll, in sich logisch sein. Das heißt, es muß alle nötigen Schritte zum Ziel enthalten, die einzelnen Schritte müssen stimmen und in der richtigen Reihenfolge ablaufen. Wer also eigene Programme entwickeln will, kann von Profi-Programmierern einiges abschauen. Sie setzten sich nicht einfach an die Computertasten und hacken drauflos. Dabei käme nichts heraus. Sie gehen systematisch vor.

Am Anfang steht immer eine Idee. Das sagt sich so leicht, ist aber oft das Schwerste am ganzen Programm. Wer Spielprogramme entwickelt, kann sich an bekannten Programmen orientieren. Am häufigsten sind die Spiele, bei denen es gilt, irgend etwas abzuschießen. Ob es sich um Raumschiffe, Flugzeuge, Felsbrocken oder Hasen handelt ist gleichgültig. Das Prinzip ist immer das gleiche. Bei anderen Spielen wird ein Labyrinth aufgebaut, in dem man Schätze suchen muß oder Gespenster jagen kann. Wieder andere ahmen Sportarten nach, oder man kann auf eine Abenteuerreise gehen und muß viele Gefahren bestehen.

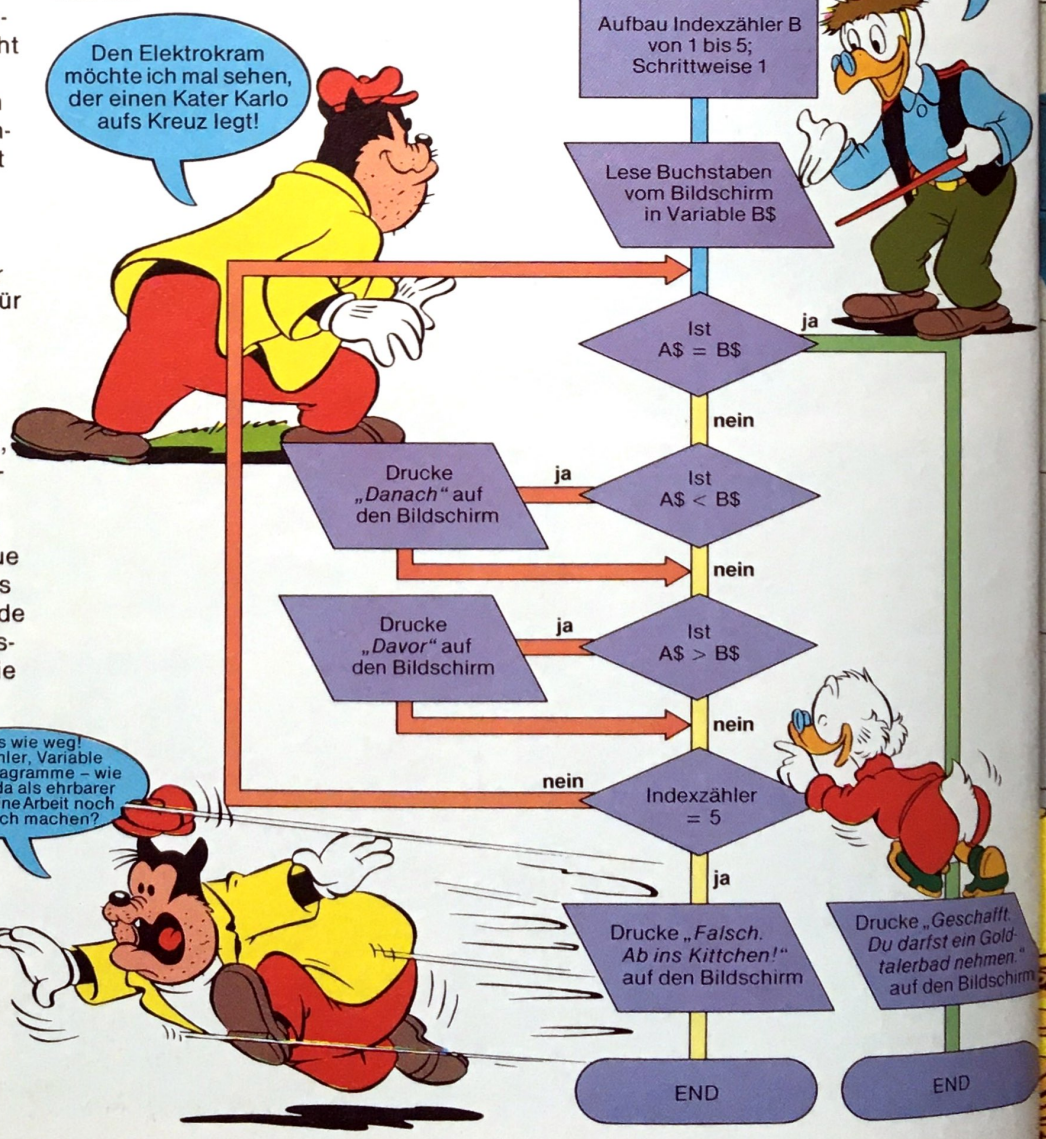


Solche Programme werden nicht von heute auf morgen entwickelt. Ist die Idee zu einem neuen Spiel geboren, wird zunächst eine Art Drehbuch geschrieben.

Das ist – in schriftlicher Form – der Ablauf, der später auf dem Bildschirm zu sehen sein wird. Im Drehbuch wird auch bereits die Schwierigkeitsstufe des Spiels festgelegt. Ist es zu leicht, wird es schnell langweilig. Zu schwer darf es aber auch nicht sein, weil es sonst bald die gute Laune verdirbt. Stehen alle Grundelemente des Spiels, werden sie in kleine Blöcke unterteilt. Diese werden nun zu einem Programmablaufplan zusammengestellt. In diesem Plan tauchen noch keine Computerbefehle auf, sondern es wird mit Hilfe von Zeichensymbolen und Richtungspfeilen die logische Folge der einzelnen Programmblöcke festgelegt. Fachleute nennen das **Struktogramme,** die auf große Papierbögen aufgemalt werden. Klappt auf dem Papier alles, beginnt die eigentliche Programmierarbeit. Jetzt setzt sich der Programmierer an die Tasten und versucht den Spielablauf in Computersprache zu verwandeln. Vom Computer wird er dabei nicht allein gelassen. Der hilft ihm, wo er kann. Braucht der Programmierer zum Beispiel für ein Spiel einen blauen Hintergrund, sagt der Computer „Moment bitte" und greift in seinen Speicher. Dort steckt bereits ein fertiges Programm für einen blauen Hintergrund. Also heraus damit, der Programmierer braucht nicht extra ein Programm dafür zu schreiben. Diese Hilfsprogramme **(Utilities)** ersparen viel Programmierzeit.

Eines darf man dabei nicht vergessen, auch Hilfsprogramme müssen irgendwann einmal in einen Speicher programmiert werden. Von alleine macht der Computer nichts. Wer also oft neue Spiele entwickeln will, für den lohnt es sich, bestimmte immer wiederkehrende Geräusche, Töne oder Figuren in Hilfsprogrammen abzuspeichern. Damit sie nicht auf Nimmerwiedersehn verschwinden, wenn der Computer ausgeschaltet wird, werden sie auf einer Diskette abgespeichert. Man kann sich so ein regelrechtes Sammelalbum aus Hilfsprogrammen anlegen.

Ein Spiel wird aber erst dann interessant, wenn der Spieler die gezeichneten Figuren über den Bildschirm steuern, Geschosse abfeuern oder Miniautos über die Piste rasen lassen kann. Er muß also während des Spiels in das Programm eingreifen und den Computer mit Daten füttern können. Das wird normalerweise mit Steuerhebeln **(Joysticks)** oder über Drucktasten gemacht. In den Tüftlerstuben der Spielentwickler wird aber noch an anderen Steuertricks gearbeitet. Statt mit einem Joystick wird ein Auto zum Beispiel nur mit der Sprache durch enge Kurven gesteuert: „Jetzt links, dann rechts." Oder Bildplatten, auf denen richtige Filme gespeichert sind, werden an den Computer angeschlossen. Das Spiel läuft dann wie ein Zeichentrickfilm ab.



*Eine einfache Form des Struktogramms ist das **Flußdiagramm.** Links seht Ihr, wie so ein Flußdiagramm aufgebaut wird, damit man später im **Listing** (Seite 25), dem Computer auch alle notwendigen Angaben in der richtigen Reihenfolge eingibt.*

START/END *Mit diesem Zeichen wird Anfang und Ende eines Flußdiagrammes gekennzeichnet.*

EINGABE/AUSGABE *Das Parallelogramm steht an Stellen, wo über die Tastatur etwas eingegeben wird, oder wo der Computer etwas ausdruckt.*

HANDLUNG *In einem solchen Kasten stehen die Anweisungen für den Computer.*

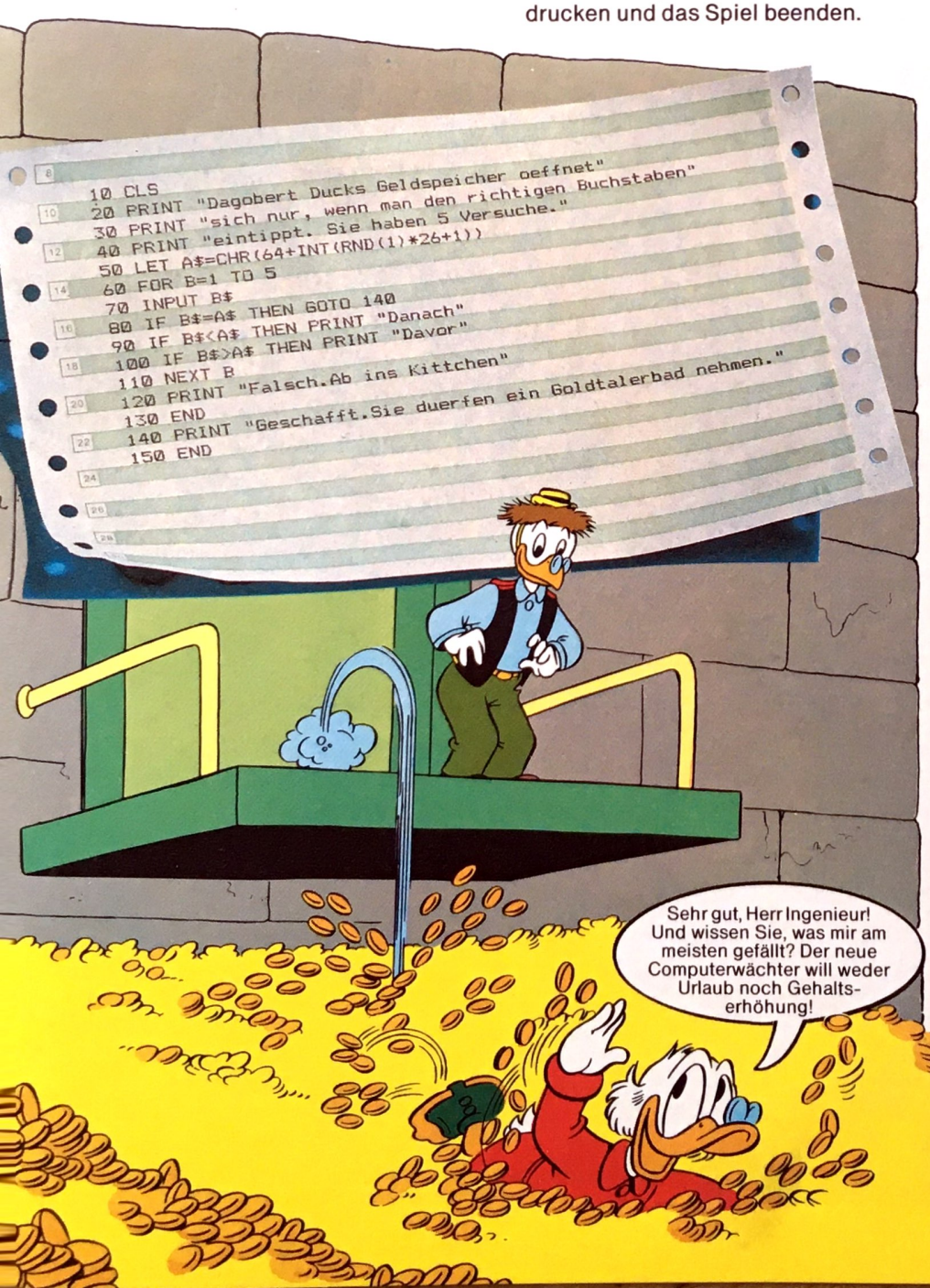
VERZWEIGUNG *An solchen Stellen kann das Programm verschiedene Wege einschlagen.*

Wie war das noch mal? Zuerst kommt die Idee. Also: Dagobert Duck hat einen Computer als Wächter für seinen Geldspeicher angestellt. Der läßt nur durch, wer den richtigen Buchstaben-Code in eine Tastatur eintippt. Nur vier Mal darf man danebenhauen.

Klappt es auch beim fünften Mal nicht, den richtigen Buchstaben zu erraten, alarmiert der Computerwächter die Polizei von Entenhausen. Kommissar Hunter schlägt dann zu: Ab ins Kittchen mit dem Bösewicht. Wer aber den Code entschlüsselt, darf zur Belohnung ein erfrischendes Bad in den Goldtalern nehmen.

Soweit die Geschichte. Jetzt geht es daran, sie in einzelne Blöcke zu unterteilen, als Vorstufe zur Programmierung. Wie könnten die Einzelschritte lauten?

1. Zuerst muß dem Spieler erklärt werden, wie das Spiel geht und was er tun muß. Zum Beispiel, daß er insgesamt fünf Versuche hat, um den Buchstabencode zu knacken.
2. Der Buchstabencode wird vom Computer aus den 26 Buchstaben des Alphabets ausgewählt. Zufällig natürlich. Das muß der Computer unbemerkt machen. Dazu braucht er eine entsprechende Anweisung.
3. Der Spieler muß eine Eingabe machen können.
4. Nach der Eingabe muß der Computer entscheiden. Ist der Buchstabe richtig geraten, soll er auf dem Bildschirm einen entsprechenden Hinweis schreiben und das Programm beenden.
5. Ist die Eingabe falsch, soll der Computer weitere Versuche zulassen. Aber nicht mehr als vier.
6. Wird der Buchstabe nicht geraten, soll der Computer einen Hinweis drucken und das Spiel beenden.



Für das Spiel sind hauptsächlich fünf Befehle nötig: der *PRINT*-Befehl, *LET-*, *FOR-TO-NEXT-*, *IF-THEN-*, und ein *INPUT*-Befehl.

In Zeile 10 macht der Computer erst einmal auf dem Bildschirm klar Schiff. Der Löschbefehl kann je nach Computertype anders heißen (statt CLR auch CLS).

In Zeile 20 bis 40 steht die Spielerklärung. Man muß den Text auf mehrere Zeilen verteilen, sonst macht der Computer einfach nicht mit. Wichtig ist aber immer: keine Anführungszeichen vergessen!

In Zeile 50 steht ein seltsamer Rattenschwanz. Der sieht nur gefährlich aus. Ist aber harmlos. LET A mit Dollarzeichen sagt: so soll eine Schublade im Speicher heißen. In diese Schublade soll der Computer einen zufällig ausgewählten Buchstaben schreiben. Dieser „Zufallsbefehl" steht nach dem Gleichheitszeichen. Jeder Computer macht das ein wenig anders; wie, darüber muß man seine Bedienungsanleitung befragen. Unter dem Stichwort Zufallszahlen.

In Zeile 60 sagt man dem Computer, wieviel Versuche der Spieler hat: Von 1 bis (TO) fünf.

In Zeile 70 hält der Computer kurz an und fragt den Spieler nach einer Eingabe. Man muß ihm jetzt einen Buchstaben eintippen, sonst geht das Spiel nicht weiter.

In Zeile 80 und 90 vergleicht der Computer die Eingabe mit dem, was er selbst in Zeile 50 ausgetüftelt hat. Stimmt der eingetippte Buchstabe mit dem in der Speicher-Schublade überein, dann (THEN) braucht man keine weiteren Buchstaben einzugeben (B = 5) und der Computer springt (GOTO) zur Zeile 140. Dort steht die Anweisung: Drucke den Text „Geschafft".

Falls aber der eingetippte Buchstabe nicht stimmt, was der Computer in Zeile 90 und 100 feststellt, also wenn die Eingabe 8 $ nicht gleich A $ ist, druckt er jeweils einen kleinen Hinweis und gibt die Richtung an. Zeile 110 kommt so oft dran, bis alle Versuche, wie in Zeile 60 angeben, verbraucht sind.

Dann kommt Zeile 120 dran. Er druckt: „Falsch". Das Programm ist beendet. Wer Lust hat, startet es mit einem Startbefehl neu.

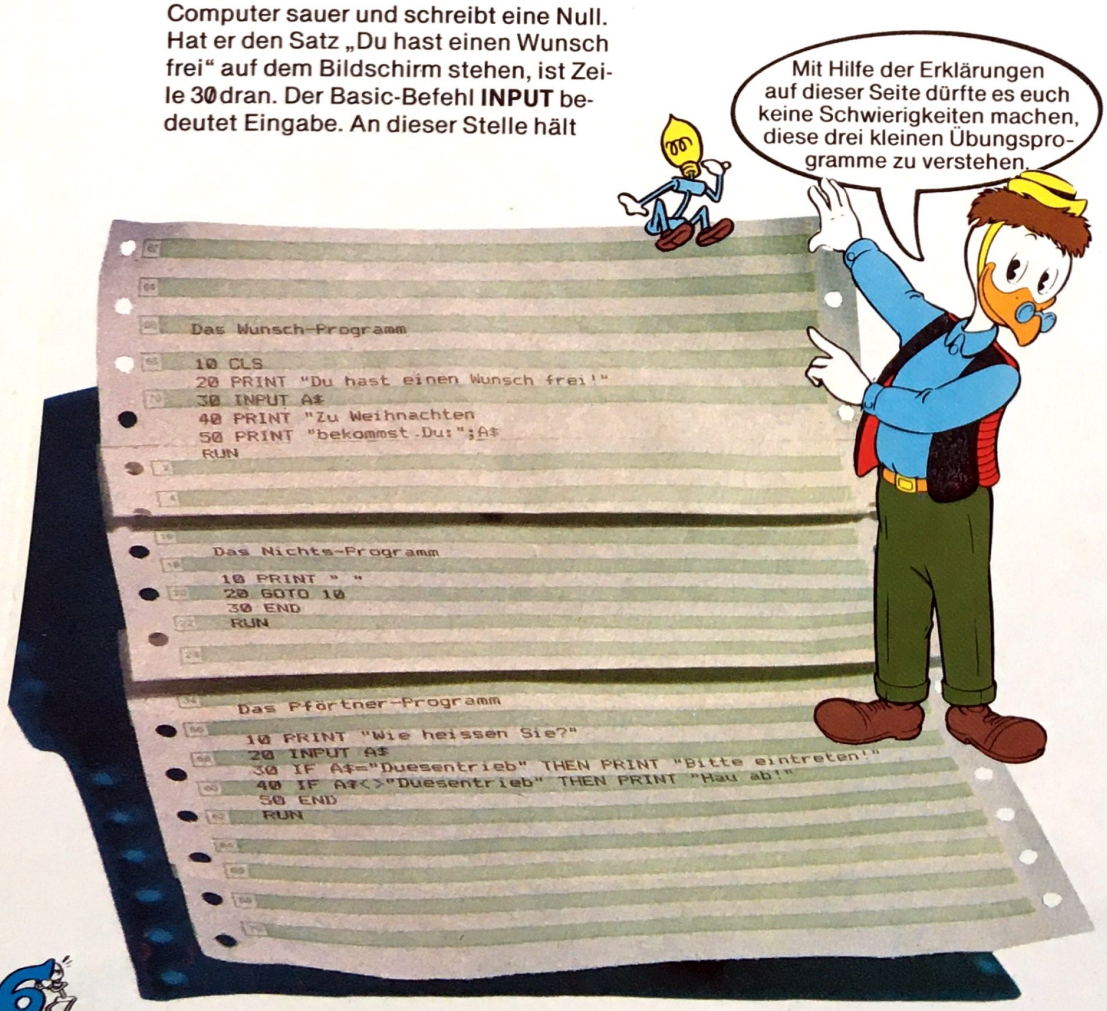
Wunscherfüllungsprogramm

Im Wunscherfüllungsprogramm kann man sich selbst einen Wunsch erfüllen. So ganz mit rechten Dingen geht es allerdings dabei nicht zu. Klar, denn schließlich hat man den Computer so programmiert, daß er genau das tut, was man ihm sagt. Und in diesem Programm hat man ihm befohlen, daß er brav den Satz ausdrucken soll „Zu Weihnachten bekommst Du: einen neuen Baukasten oder eine Modelleisenbahn." Je nachdem, was für Wünsche man hat. Nur kaufen kann der Computer die Sachen nicht. Vielleicht ist es aber ein Tip für den Weihnachtsmann?

Das fünfzeilige Programm beginnt mit einem PRINT-Befehl mit einem nachfolgendem CLR. Das ist eine Anweisung in Basic, die dem Computer sagt, er soll den Bildschirm sauber machen. Ein Löschbefehl also, der je nach Computertyp auch anders heißen kann. Das weiß aber das Handbuch zum Computer. Hat der Computer den Bildschirm von Zahlen und Buchstaben „befreit", kommt seine nächste Aufgabe dran, die ihn in Zeile 20 erwartet. Wieder ein PRINT-Befehl. Er soll also was schreiben. Hinter dem PRINT-Befehl steht der Satz in Anführungszeichen. Sie dürfen nicht vergessen werden, sonst ist der Computer sauer und schreibt eine Null. Hat er den Satz „Du hast einen Wunsch frei" auf dem Bildschirm stehen, ist Zeile 30 dran. Der Basic-Befehl **INPUT** bedeutet Eingabe. An dieser Stelle hält der Computer erst einmal an. Er will jetzt gefüttert werden. Bei einigen Computertypen prangt ein Fragezeichen auf der Mattscheibe. Womit man ihn zu füttern hat, läßt sich aus dem erkennen, was nach dem INPUT-Befehl steht. Im Programm ist ein A mit einem Dollarzeichen zu sehen. Das bedeutet, ein Wort ist einzugeben. Wäre eine Zahl gefordert, stände nur das A da. Feiner, aber wichtiger Unterschied! Hat man seinen Wunsch los und über die Computertasten eingetippt, ist der Computer wieder dran. In Zeile 40 erwartet ihn wieder ein PRINT-Befehl. Ebenso bei der Anweisung in der Zeile 50. Dort findet man auch das Zeichen A mit Dollar wieder. Klar, denn dahinter steckt ja der Wunsch, den man in Zeile 30 gesagt hatte. Hat der Computer das erledigt, steht schwarz auf weiß, oder blau auf grün auf dem Bildschirm: „Zu Weihnachten bekommst Du:".....
Will man sich einen neuen Wunsch bestätigen lassen, muß man das Programm noch mal laufen lassen. Der Startbefehl heißt bei einigen Computern **RUN.** Dann rennt der Computer durchs Programm.

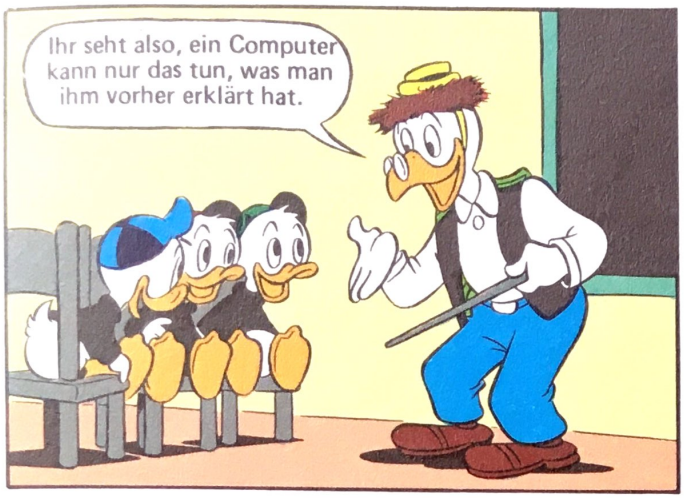
Das Nichtsprogramm

Ein großartiges Programm ist das Nichtsprogramm. Der Computer macht garantiert nichts. Auf dem Bildschirm ist absolut nichts zu sehen. Und das stundenlang, wenn man will. Ausruhen kann sich der Computer allerdings nicht dabei. Das Programm beweist es. In Zeile 10 steht ein PRINT-Befehl. Er muß also etwas schreiben. Was es ist, steht zwischen den Anführungszeichen, in diesem Fall: Nichts. Und genau das macht er. Hat er einmal Nichts gemacht, kommt Zeile 20 dran. Der Basic-Befehl GOTO (Gehe nach) dirigiert ihn zurück zur Zeile 10, wo er wieder Nichts schreibt. Dann ist wieder Zeile 20 dran und so fort. Bis man ihm den Stecker rauszieht oder eine Unterbrechertaste drückt.

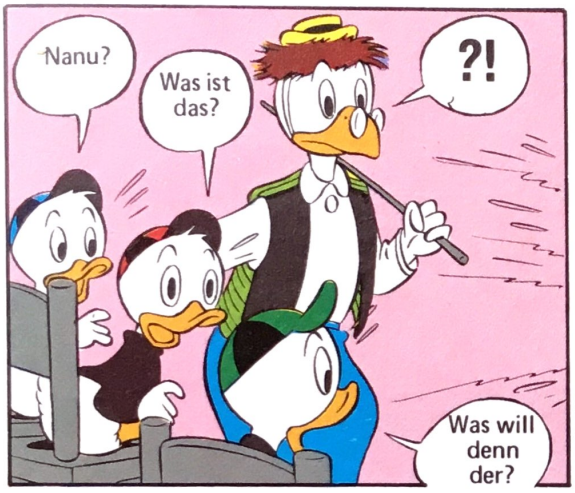


Das Pförtnerprogramm

Für Unbefugte verboten, steht an der Tür. Ein Computer wacht darüber. Wer einen falschen Namen eingibt, dem sagt er „Hau ab." Nur der richtige Name öffnet die Tür. Der Computer beginnt wie immer bei Zeile 10. Er schreibt den PRINT-Befehl hin, wandert zur Zeile 20 und stößt dort auf den Eingabebefehl. Also will er wieder neue Daten. Was er erwarten kann, steht ja in Zeile 10: „Wie heißen Sie?". Ist ein Name geschrieben, muß er sich entscheiden. Ist der Name richtig oder gehört er einem Unbefugten, den er dann abweisen muß? Diese Entscheidung wird dem Computer in Zeile 30 und 40 leichter gemacht. Der Basic-Befehl **IF...THEN** (Wenn-...dann) bereitet die Entscheidung vor. Nach dem Befehl IF folgt die INPUT-Eingabe aus Zeile 20. Ist die Eingabe gleich „Düsentrieb", dann (THEN) schreibt er „Bitte eintreten". Wenn aber ein anderer Name eingetippt wurde? Es gibt ja noch Zeile 40. Dort steht: Wenn die Eingabe (IF A) nicht gleich „Düsentrieb" ist, dann schreibt der Computer auf den Bildschirm „Hau ab". Das Programm wird in Zeile 50 durch ein END abgeschlossen. Man kann diese Zeile auch weglassen. Der Zweck ist aber erfüllt, Feind oder Freund erkannt. Wer es noch mal sehen will: mit RUN beginnt die Sache wieder von vorn.


Ihr seht also, ein Computer kann nur das tun, was man ihm vorher erklärt hat.

Genau wie wir in der Schule!


Nanu?
Was ist das?
?!
Was will denn der?

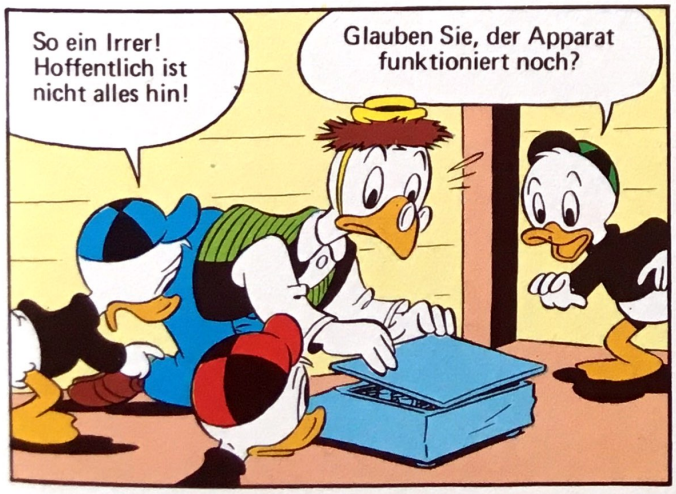
Ihr habt mich reingelegt!

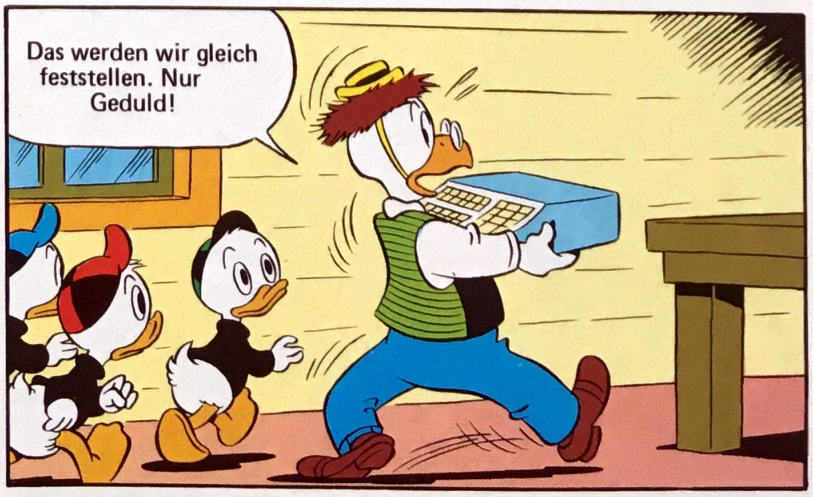
Diese Dreckskiste hat alles vermasselt!

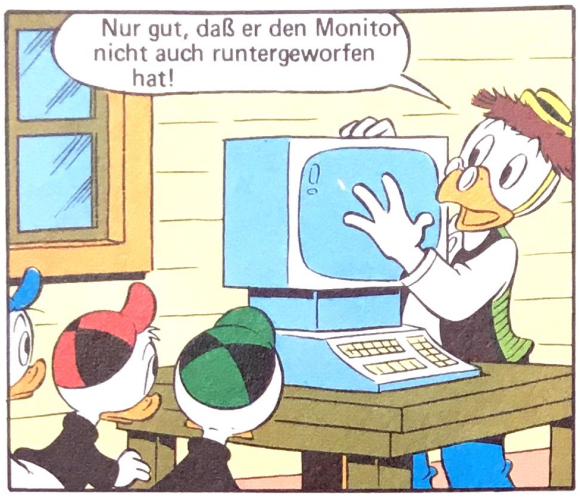
Und sowas nennt sich Fortschritt!

Nieder mit der Technik!

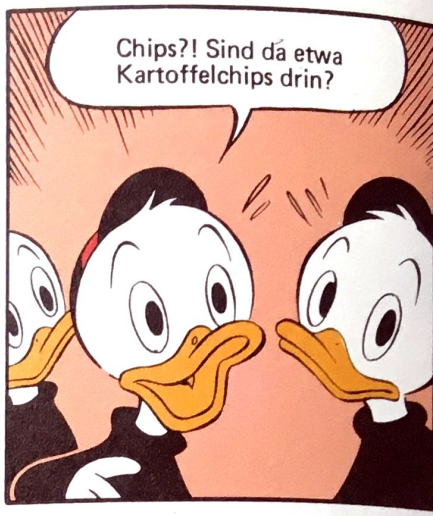
Nicht zu glauben!
Künftig mache ich meine Verbrechen wieder von Hand!


So ein Irrer! Hoffentlich ist nicht alles hin!
Glauben Sie, der Apparat funktioniert noch?


Das werden wir gleich feststellen. Nur Geduld!

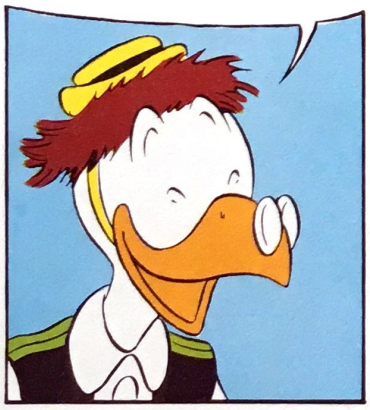

Nur gut, daß er den Monitor nicht auch runtergeworfen hat!

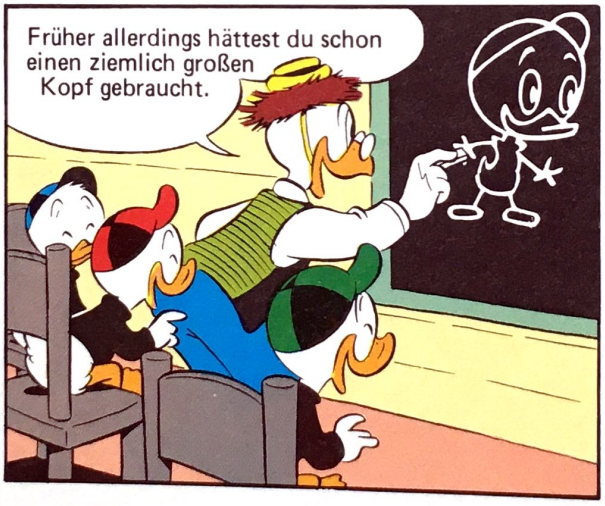
Chips habe ich noch, falls welche beschädigt sein sollten...


Chips?! Sind da etwa Kartoffelchips drin?

Aber nein! So sieht ein Chip aus – und diese Winzlinge sind die Bausteine des Computers!
Die sind ja echt mini!

Stellt euch vor, wir hätten so einen Computer im Kopf!


Tja, von der Größe her wäre das heute kein Problem mehr!

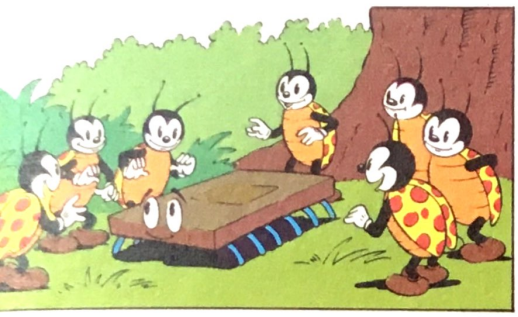

Früher allerdings hättest du schon einen ziemlich großen Kopf gebraucht.

Damals waren nämlich noch Röhren in einem Computer – wie in einem Radio!

Heute macht man die Chips aus einem Haufen Sand – kaum zu glauben, nicht?

Es funktioniert aber – und auf den folgenden Seiten seht ihr, wie!

Wie ein Chip entsteht



Ein Schnipsel, so winzig wie ein Stück Konfetti, krempelt die Welt um. Die einen beschimpfen das kleine Ding, das dutzendweise im Computer steckt, als Teufelszeug, das ihnen die Arbeit wegnimmt, die anderen glauben ohne die Dinger nicht mehr leben zu können. Beide reden vom gleichen. Von einem **Chip.** Jenem kleinen Siliziumscheibchen, das vollgepfropft ist mit elektronischen Schaltungen. Auf den ersten Blick ist davon nichts zu sehen, man muß schon näher hinschauen. Am besten mit einer Lupe und noch besser mit einem superstarken Elektronenmikroskop. Erst dann enthüllt sich die phantastische Zauberwelt der Mikroelektronik, zusammengepfercht auf ein paar Quadratmillimetern. *Very Large Scale Integration* nennen das die Fachleute, zu deutsch: besonders hoch verdichtete Schaltungen. Was ist damit gemeint? Dazu ein kurzer Ausflug in die Geschichte der Computertechnik.
Kaum 40 Jahre ist es her, als in Amerika ein gigantisch großer Computer gebaut wurde: ENIAC. Er war fast so groß wie ein Einfamilienhaus, brauchte 140 Quadratmeter Platz und wog rund 30 Tonnen. In dem Computer arbeiteten 18 000 Elektronenröhren. Und 10 Millionen Dollar soll das Ungetüm gekostet haben.

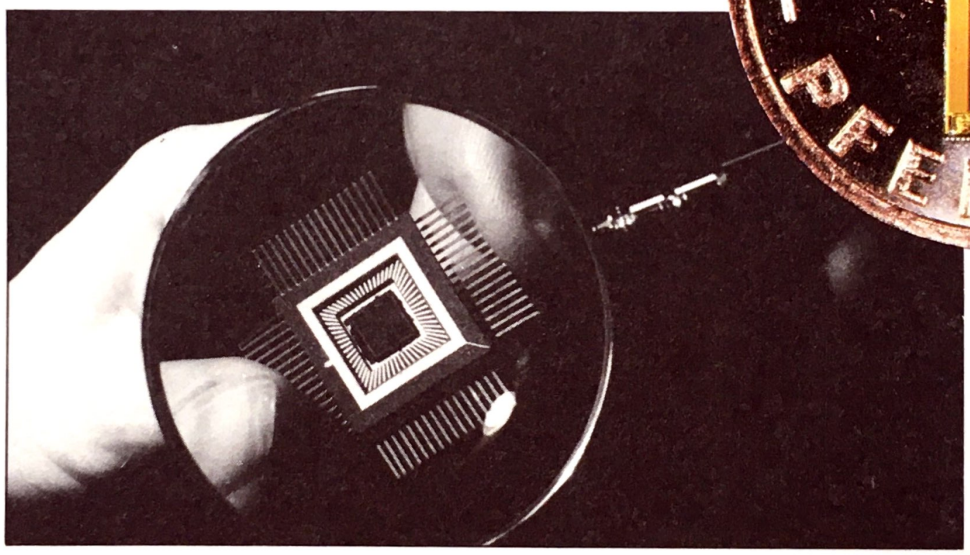
Viel Aufwand für das, was hinterher dabei herauskam. Der Gigant konnte nur bestimmte Rechnungen durchführen. Wenn überhaupt, denn er war oft kaputt, weil immer wieder mal eine Röhre den Geist aufgab. Doch so groß und gewaltig ENIAC daherkam, heute schlägt ihn jeder Heimcomputer um Längen. Eine schier unglaubliche Entwicklung.

Den Grundbaustein dafür legte 1948 ein elektronisches Bauteil, der Transistor. Was vorher in große Glasröhren verpackt wurde, steckte jetzt in einer bleistiftdicken Kapsel. Das Geheimnis hieß Halbleiterkristalle aus Silizium oder Gallium. Durch spezielle Aufbereitung konnten die Halbleiterkristalle wie die alten Elektronenröhren elektrische Ströme verstärken oder als Schalter funktionieren.

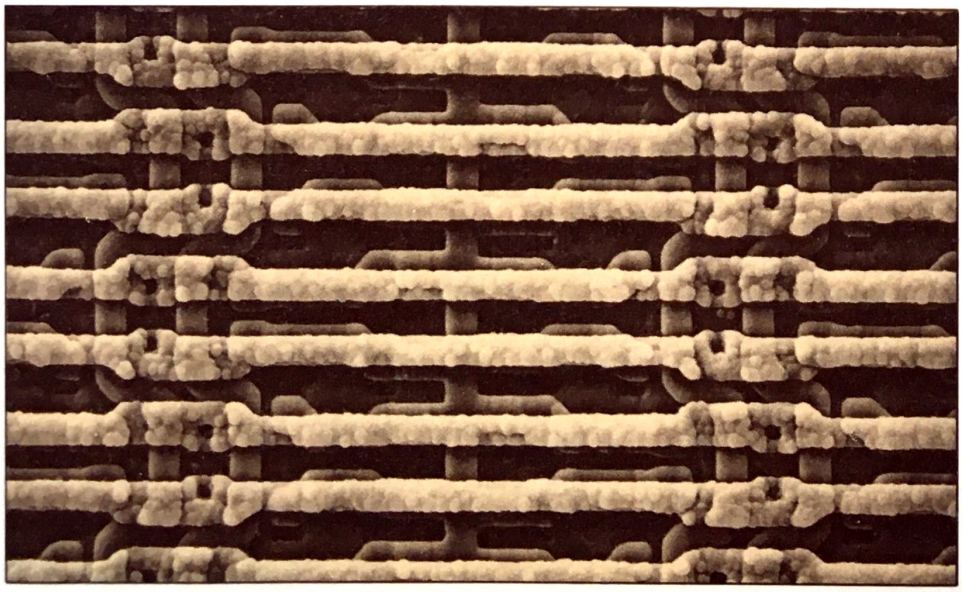
Nur sieben Jahre nach der Erfindung des Transistors wurde der erste Transistorcomputer gebaut. Ein Winzling gegenüber dem ENIAC-Monster. Die Techniker aber setzten weiter allen Ehrgeiz daran, diese Transistoren immer

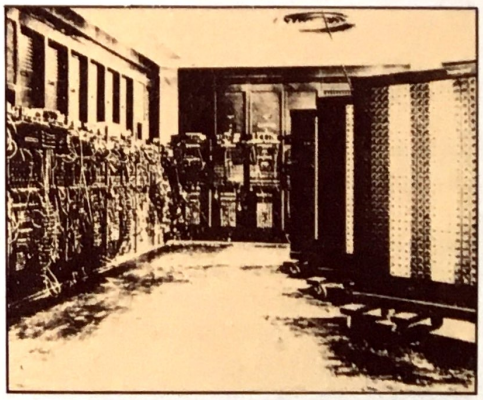
Oben: Ein 64-KB-Chip im Größenvergleich mit einem Pfennig.

Rechts: Dieser Winzling ist ein „hochintegrierter elektronischer Baustein" und mißt ganze 0,25 cm² (dunkles inneres Quadrat). Trotzdem ist er das Gehirn eines ganzen Fernsprechvermittlungssystems.

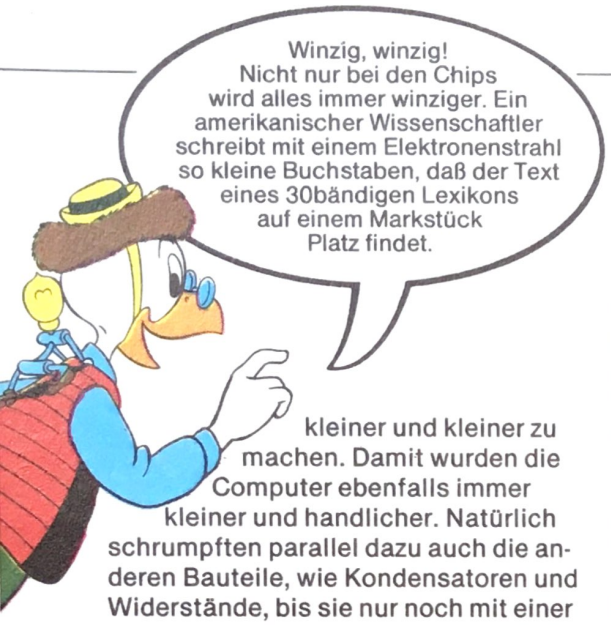


Unten: Auf dieser gewaltigen Vergrößerung (dieser Ausschnitt ist im Original nur ca. 0,1 mm groß!) eines 16-KB-Speichers erkennt man, wie dicht verwoben die Leiterbahnen aus Silizium und Aluminium sind.





Oben: ENIAC, der 30-Tonnen-Gigant, war zu seiner Zeit ein Wunderwerk des Computerbaus. Heute hätte er Schwierigkeiten, bei den Leistungen der 64-KB-Homecomputer mitzuhalten.



kleiner und kleiner zu machen. Damit wurden die Computer ebenfalls immer kleiner und handlicher. Natürlich schrumpften parallel dazu auch die anderen Bauteile, wie Kondensatoren und Widerstände, bis sie nur noch mit einer Lupe zu sehen waren.

Winzige Kupferleiterbahnen verbanden die einzelnen Elektronikbauteile miteinander. Aber das war den Technikern noch nicht klein genug. Der nächste Schritt war, Bauelemente wie Transistoren, Widerstände und Kondensatoren nicht mehr einzeln miteinander zu verbinden, sondern sie zusammen so weit zu verkleinern, daß sie in das Halbleiterkristall paßten. Das heißt, die elektrischen Schaltungen wurden selbst zu Silizium.

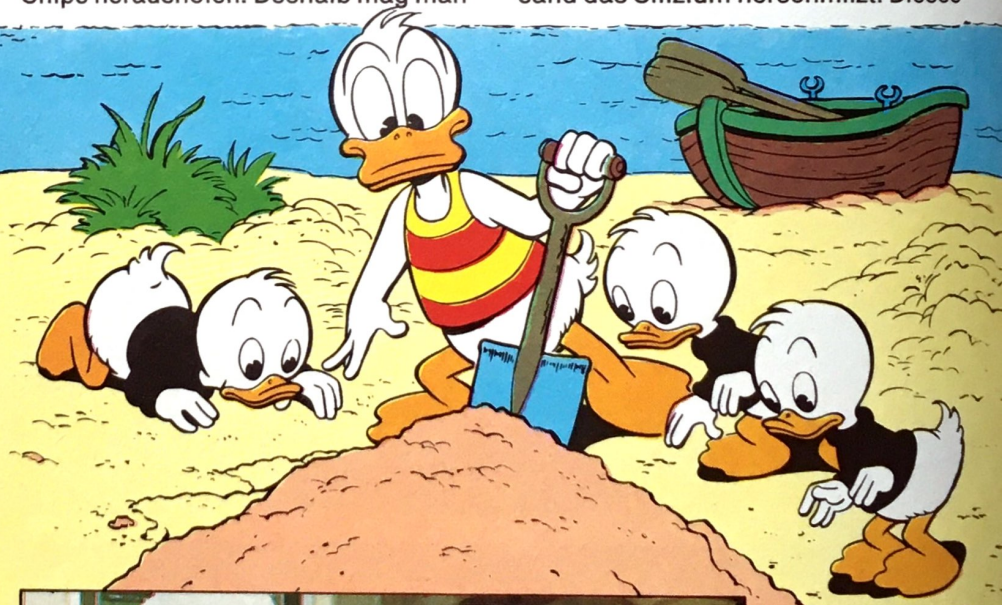
Und trotzdem sind die Siliziumgenies nur so groß, daß eine Ameise sie bequem zwischen den Kiefern davon tragen kann.

Doch nicht nur mit einem phänomenalen Gedächtnis kann ein Chip angeben, auch seine Arbeitsgeschwindigkeit ist atemberaubend. In wenigen hundert milliardstel Sekunden laufen die Rechenoperationen ab. Techniker sprechen da von **Nanosekunden.** Wie schnell die Ströme in einem Chip hin- und herwandern, läßt sich nur noch in Lichtgeschwindigkeit ausdrücken. Bekanntlich braucht das Licht für 300 000 Kilometer nur eine Sekunde Zeit.
Und in der Zeit, in der das Licht 27 cm zurücklegt – in einer Nanosekunde nämlich –, hat der moderne Computer bereits eine Rechnung erledigt. Damit ist aber die Grenze noch lange nicht erreicht. Versuche laufen, wo Chips so schnell sind, daß sie nur noch ein Tausendstel einer Nanosekunde brauchen.

Sensationelle Berichte aus den Chiplabors gehören fast schon zur täglichen Routine. Immer fantastischer sind die Leistungen, die Techniker aus den Chips herausholen. Deshalb mag man es fast nicht glauben, wenn man liest: die winzigen Rechenriesen sind aus Sand gebaut.
Was am Meer so sanft unter den Füßen knirscht, ist der Grundstoff, aus dem Chips gebacken werden. Denn im Sand steckt Silizium. Doch nicht nur im Sand. Fast ein Drittel der Erdkruste, auf der wir stehen, besteht aus Silizium. In immer neuen Formen und Verbindungen taucht es auf. Als Kristalle in Form von Quarzen, als feuriger Halbedelstein Opal oder als schmutzige, graubraune Steinchen. Es mischt sich mit anderen Stoffen zu weichen Gummimassen oder zu hartem Stahl. Ein geradezu idealer Baustoff für den Tausendsassa Chip.
Heute ist Silizium aus der Mikroelektronik nicht mehr wegzudenken. Bis aber ein Chip draus wird, ist manche Hürde zu nehmen.

Am Anfang schnaufen und ächzen große Bagger, die die Erde aufreißen und nach Quarzsand buddeln. In Norwegen, Kanada, Südafrika oder Brasilien sind die wichtigsten Schürfstellen auf der Erde. Der Sand wandert nun in spezielle Öfen, wo große Hitze aus dem Quarzsand das Silizium herschmilzt. Dieses

Damit war die integrierte Schaltung, auf englisch *integrate circuit,* abgekürzt **IC,** geboren. Ein direkter Vorläufer des heutigen Chip.



Von Jahr zu Jahr packten die Ingenieure immer mehr elektronische Bauteile auf immer kleiner werdende Halbleiterscheibchen. 1958 waren es erst sechs Transistoren, zehn Jahre später bereits 664 Stück und wieder zehn Jahre später, 1978, paßten bereits 64 000 Transistoren auf die gleiche Fläche. Und heute? Über 600 000 Transistoren verstekken sich in einem kaum fingernagelgroßen Plättchen. Doch wozu soviel Elektronik auf einem Stecknadelkopf?

Der Grund ist einfach: mit den winzigen Chips schrumpfen schrankgroße Computer zu Geräten, die einfach unter den Arm zu klemmen sind. Trotzdem werden sie immer leistungsfähiger.

Ausgedrückt wird das z. B. durch die Menge der Zahlen oder Buchstaben, die ein Chip sich merken kann. Ein Chip, der sich ein 400 Seiten dickes Telefonbuch merken kann, ist heute keine technische Meisterleistung mehr. Die Computerspezialisten basteln zur Zeit an Speicherchips, die sich das Doppelte und Dreifache merken können. Solche Chips haben dann nicht mehr eine halbe Million Transistoren, sondern zehn bis zwölf Millionen. Unvorstellbar!

Bild links: Im Diffusionsofen werden die Siliziumscheiben gezielt verunreinigt.

Rohmaterial macht allerdings noch keinen sehr edlen Eindruck. Nach dem Schmelzen liegen dunkelgraue und brüchige Brocken da. Daraus sollen mal superschnelle Chips werden? Langsam, langsam. Das reine Silizium, das nach dem Kochen übrigbleibt, hat noch lange nichts mit dem Silizium gemein, in das viele Tausende von Transistoren versteckt werden. Dazu muß es erst mal gesäubert werden. Das hört sich so einfach an. Mit Wasser und Seife ist da nichts zu machen, denn die äußere Sauberkeit wäre kein Problem. Es geht nämlich darum, wie sauber der Siliziumkristall innen ist. Um als Chipbaustoff Gnade zu finden, muß Silizium total rein sein. Das heißt, es dürfen keine Fremdstoffe mehr drin stecken. Verbleibt nur ein Stäubchen von einem anderen Stoff im Silizium, ist es für einen Chip gestorben. Gerade noch genehmigt wird, wenn in einer Tonne Silizium ein paar Atome eines andern Stoffes drinstecken. Wie Techniker es schaffen, so reines Silizium herzustellen, ist ein großes Geheimnis der Firmen. Nur soviel weiß man: Das Silizium wird zunächst in Salzsäure aufgelöst. Die Brühe wird dann erhitzt, bis die ganze Flüssigkeit verdampft. Der Dampf schlägt sich nieder, wobei Verunreinigungen zurückbleiben. Immer und immer wieder von neuem wird das Silizium-Salzsäure-Gemisch unter Dampf gesetzt.

Und jedesmal fallen weitere Verunreinigungen heraus, bis die Techniker zufrieden sind und das Silizium aus der Brühe wieder herausfiltern. Am Schluß liegen unscheinbare, grauschwarz glänzende Brocken da. Silizium von höchster Reinheit. Doch Chips lassen sich daraus immer noch nicht machen. Denn jetzt ist das Silizium so rein, daß es kaum den elektrischen Strom durch seine Kristalle läßt. Da Chips aber ohne Strom nicht auskommen, wird das Silizium wieder verunreinigt. So ein Blödsinn, werdet ihr nun denken. Erst wird mit gigantischem Aufwand das Silizium sauber gemacht, dann wirft man es hinterher wieder in den Dreck. So schlimm ist es natürlich nicht. Erst wird es gereinigt und dann wird es präpariert. Und zwar ganz gezielt mit Atomen der Elemente Brom oder Phosphor. Erst auf diese Art verwandelt sich das Silizium in einen Halbleiter-Baustein. Fachleute nennen die gezielte Verunreinigung auch **Dotieren.**

Ist das geschehen, wandern die Siliziumbrocken wieder in den Ofen. Denn jetzt sollen die Siliziumkristalle in die richtige Form gebracht werden. Ziel ist es, einen einzigen großen Kristall aus der Schmelze zu ziehen.
In einem Spezialquarztiegel schwappt glutflüssiges Silizium von 1400° Celsius. Ein Silizium-Impfkristall taucht in die Glut. Durch ein Guckloch im Ofen ist immer von neuem das Wunder zu sehen. Langsam, Millimeter für Millimeter, zieht der Impfkristall einen immer größer werdenden Siliziumstab aus der heißen, breiigen Masse. Er dreht sich dabei wie ein Quirl um die eigene Achse. Und langsam entsteht das, worauf die Computertechniker ganz scharf sind: ein Silizium-Einkristall. Ein Stab von absoluter Gleichmäßigkeit, wie er in der Natur niemals vorkommen würde.

Diese Siliziumstäbe von knapp 50 Zentimeter Länge kommen jetzt unter eine Diamantsäge. Sie zerschneidet den Stab mit höchster Präzision in millimeterdünne Scheiben. Obwohl die Säge das Silizium wie ein rohes Ei behandelt, geht fast die Hälfte des so mühsam gewonnen Siliziums wieder zu Bruch. Die Scheiben, die übrigbleiben, werden auf einer Seite sorgfältig glatt poliert. Wie glatt, ist erst unter dem Mikroskop zu sehen. Kaum Riefen oder Löcher. Ein polierter Metallspiegel sähe unter dem gleichen Mikroskop dagegen aus wie ein frisch gepflügter Kartoffelacker.
Die Siliziumscheiben müssen, so genau es geht, glatt sein. Denn nur dann lassen sich hauchdünne Linien in die Oberfläche ätzen. Ungenauigkeiten von nur Tausendstel Millimetern in der Oberfläche machen die Chips hinterher wertlos.

Ist die Siliziumscheibe auch nach dem Polieren noch heil, darf sie sich **Wafer** (Waffel) nennen. Die große Stunde der Chips naht. Doch halt! Bevor eine Diamantsäge sich über die Wafer hermacht, um daraus Chips zu sägen, haben vorher Hunderte von Entwicklungsingenieuren harte Arbeit geleistet. Sie haben gezeichnet, überlegt, diskutiert und nächtelang im Labor gehockt. Alles nur zu dem Zweck, eine Frage zu beantworten: wie soll der Chip aussehen? Ein Plan für die vielen Bauteile und Verbindungen muß gezeichnet werden, und natürlich soll das Ganze auch noch funktionieren.
Nur wenige Firmen auf der Welt beherrschen diese komplizierte Technik.

Denn am Anfang, als noch wenige Bauteile auf ein Chip paßten, genügte ein normales Zeichenbrett, auf dem der Chipschaltplan gezeichnet wurde. Heute müssen Computer den Entwicklungsingenieuren zu Hilfe kommen. Statt mit Lineal und Bleistift am Reißbrett sitzen die Schaltplanzeichner vor Bildschirmen und zeichnen mit dem Lichtgriffel. Dabei müssen sie nicht alles zeichnen. Nur die wichtigen Schalt-

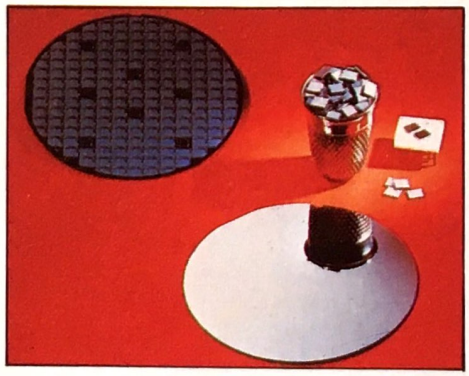
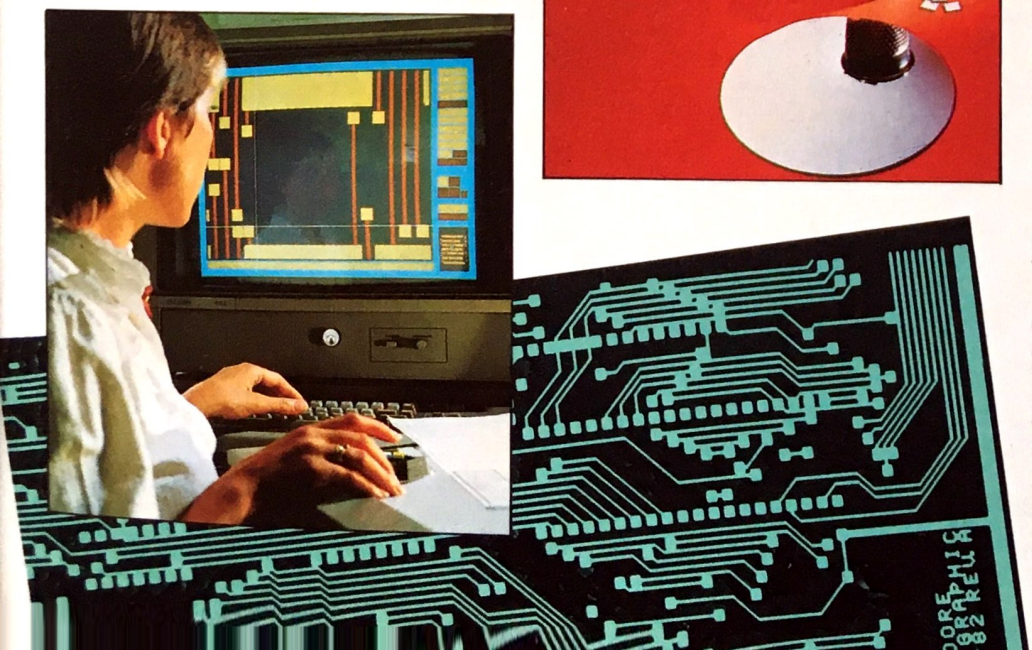


Bild rechts: Aus einer makellosen Silizumscheibe lassen sich eine ganze Menge Chips herausschneiden.

Unten: Auch das Layout eines Chips wird am Computerbildschirm angefertigt.

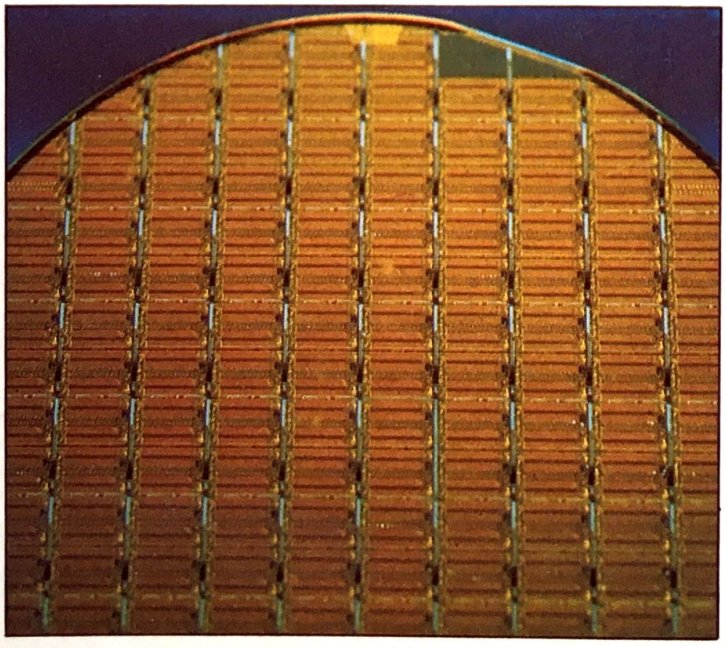


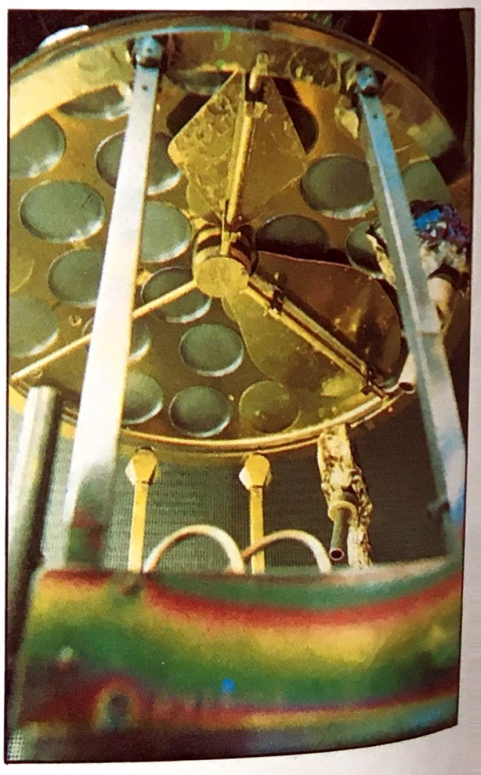
gruppen auf einem Chip. Alles was Routinearbeit ist, übernimmt der Computer. Bis aber der Plan aus über hunderttausend Bauelementen fertig ist, vergehen trotzdem oft viele Jahre. Ist endlich alles beisammen, kommt das große Bangen. Wird auch alles so funktionieren, wie geplant? Zum Glück gibt es Computer. Sie ersparen den Technikern, zuerst ein Modell von ihrem neuen Chip aus vielen tausend Einzelteilen zusammenzulöten. Die Computer testen den Plan. Stimmt die Logik der einzelnen Schaltungen? Hat der Chip tatsächlich die Leistungsmerkmale, die man sich von ihm versprochen hatte?

Der Computer kann Auskunft geben. Immer wieder werden neue Testdaten eingegeben und Fehler in der Schaltung behoben. Oft dauert es Jahre, bis ein Chipentwurf endlich steht. Das Ergebnis ist ein teppichgroßer Plan mit verwirrend vielen Linien und Zeichen: die elektronische Schaltung des Chip. Für Laien geht dabei alles drunter und drüber. Das ist auch kein Wunder. Denn bei der Riesenmenge von Bauteilen, die auf einem winzigen Plättchen Platz haben müssen, kommt man mit einer Ebene nicht aus. Die Chipschaltung samt den vielen Transistoren und Kondensatoren ist wie in einem Hochhaus auf mehrere Stockwerke verteilt. Daß der Chip trotzdem nur so dick ist wie ein Stück Pappe, grenzt fast an ein Wunder. Doch damit fangen die Höchstleistungen erst an. Der quadratmetergroße Bauplan wird nun auf das nur wenige Millimeter große Chipformat verkleinert und auf eine Glasplatte geritzt. Ein Elektronenstrahl hilft dabei. Schicht auf Schicht des Chipbauplans ritzt der Strahl in Glasplatten. Was dabei entsteht, sind die Muttermasken, die zusammen das Ur-Chip-Modell darstellen. Das ist nichts anderes wie beim Foto das Negativ. Über 100 dieser winzigen Negative werden nun zu einem großen zusammengefaßt, das ungefähr die Fläche einer Waferscheibe hat. Der Grund ist einfach. Man will von einer Siliziumscheibe in einem Fertigungsgang mehrere Chips auf einmal bekommen.

Da der Scheibendurchmesser zwischen zehn und zwanzig Zentimeter groß ist, kann die Chipausbeute mehrere hundert Stück pro Wafer betragen. Allerdings funktioniert hinterher oft nur ein kleiner Teil davon. Froh sind die Techniker schon, wenn mehr als zwanzig Prozent der Chips fehlerfrei arbeiten. Schuld an dem Chipschrott ist oft nur Staub. Schon ein Körnchen killt den Chip.
Kein Wunder, daß die Techniker den Staub hassen wie die Pest. Deshalb ist dort, wo die Chips geboren werden, die Luft nicht bloß sauber, sondern superrein. Riesige Filter saugen jedes Staubkörnchen aus der Luft. Gesichtspuder oder Rauchen ist absolut tabu. Und wer in der Chip-Herstellung arbeitet, muß sich mit Hauben und Kitteln verkleiden. Wer Schuppen hat, bleibt am besten zu Hause.

Der nächste Schritt auf dem Weg zum Chip erinnert an ein Fotolabor. Die Negative mit den Schaltplänen werden auf die Siliziumscheiben belichtet. Da Silizium aber nicht lichtempfindlich ist, wird es zuvor mit einer entsprechenden Schicht überzogen. Eine Schicht, die 30mal dünner ist als ein menschliches Haar. Anschließend wird entwickelt und das Bild mit einer Ätzflüssigkeit behandelt. An den freien Stellen schimmert das Silizium durch. Fachleute nennen diese Stellen Fenster. Durch sie werden nun mit ungeheurer Genauigkeit Fremdatome, beispielsweise Bor, in das Siliziumkristall geschossen. Damit wird das Silizium an diesen Stellen





Mitte: Auf diesem Wafer, mit einem Durchmesser von 100 mm, befinden sich 239 Chips. Ein 64-KB-Chip hat eine Kantenlänge von 4,1 × 6,3 mm. Bild rechts: In einer solchen Aufdampfanlage werden die Wafer metallisiert.

für den Strom leitend und nimmt Eigenschaften von Transistoren, Kondensatoren oder Widerständen an.

Die Verbindungen zwischen den Bauelementen werden durch Aufdampfen von Aluminium hergestellt. Da der Chip aus mehreren Ebenen besteht, beginnt nun der Spaß von neuem. Also wieder belichten, ätzen und mit Atomen schießen, bis sechs oder zehn Lagen fertig sind. Bis zu zwei Monaten kann es dauern, bis ein Chip endlich vollständig fertig ist.
Vorsichtig zersägt eine Diamantsäge die einzelnen Waferscheiben. Jetzt schlägt die große Stunde der Chips. Wer darf einmal in einem Computer arbeiten, und wer muß auf den Müll? Ein Prüfcomputer kontrolliert jeden einzelnen Chip unerbittlich. Über 32 Millionen Messungen muß der Kandidat über sich ergehen lassen. Wer nur einmal versagt, wird mit einem Farbklecks markiert: ab in den Mülleimer.

Wer die harten Prüfungen durchsteht, wandert unter eine Art Nähmaschine. Den Chips werden allerdings keine Knöpfe angenäht. Aus der Nähpistole schießen hauchdünne Goldfäden, die ringsum an den Chip angelötet werden. Damit hält der Chip Kontakt zur Außenwelt. Jetzt wird dem kleinen Siliziumplättchen noch ein Keramik- oder Kunststoffbett verpaßt, aus dem Metallstifte ragen. Damit hat der fertige Chip sein Gehäuse bekommen und wandert nun in irgendeinen Computer.

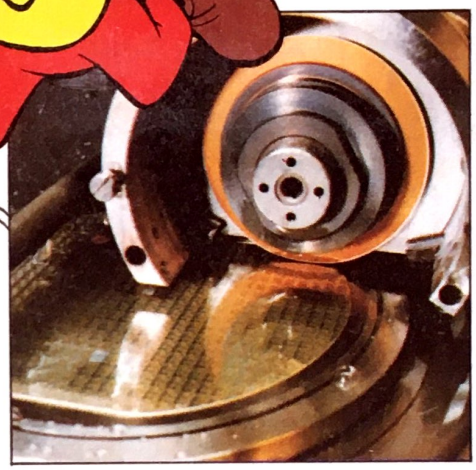
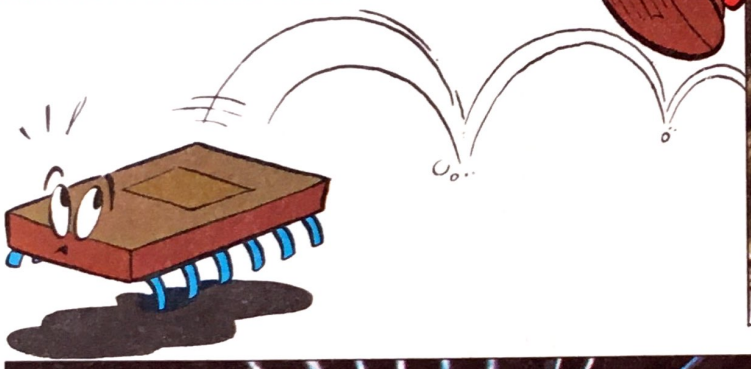
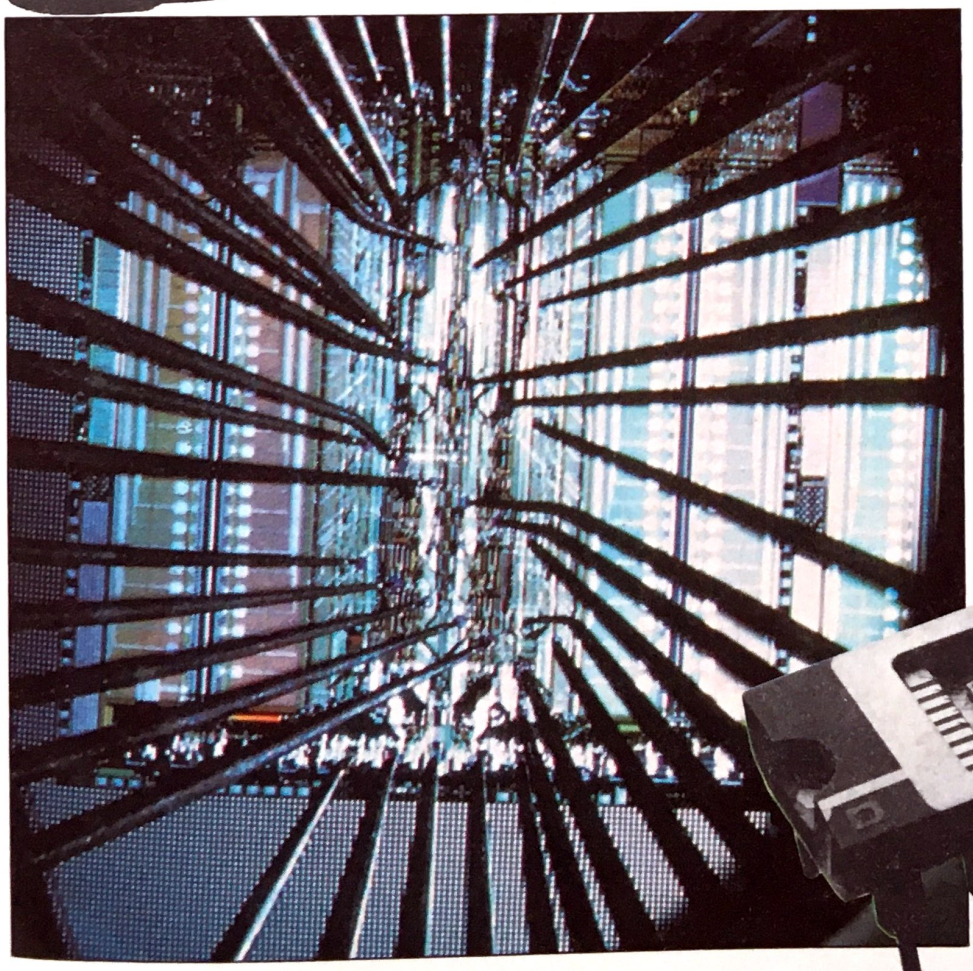
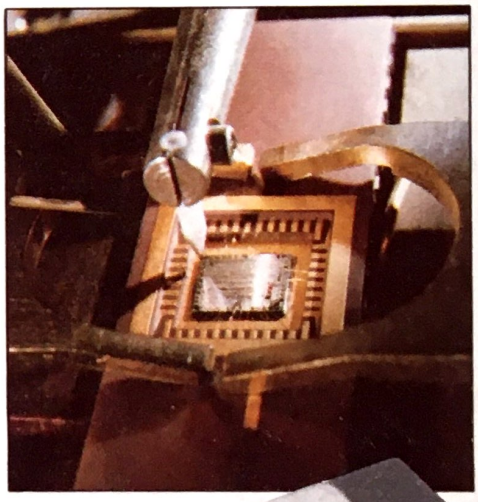


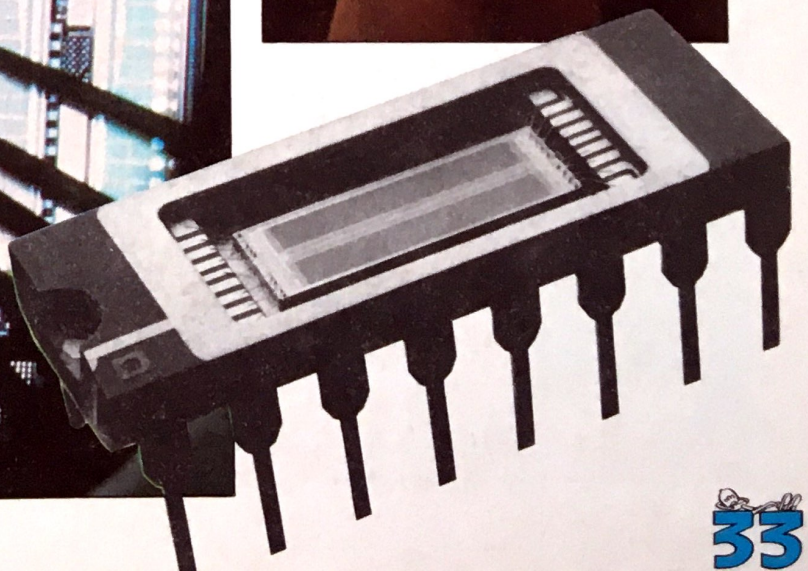
Bild links: Mit einer Diamantsäge wird der Wafer geschnitten.



Unten links: Hier werden die Halbleiterelemente elektronisch geprüft. Unten rechts: Ganz zum Schluß werden an den Chip Beinchen mit Golddraht gelötet, und so sieht dann ein fertig montierter 64-KB-Speicher aus.







Ihr seht also, Kinder, Computer sind keine Hexerei!

Ich sage euch nur eines, Kumpels, diese Computer sind die reinste Hexerei!

Deshalb greifen wir lieber wieder zu den altbewährten Methoden.

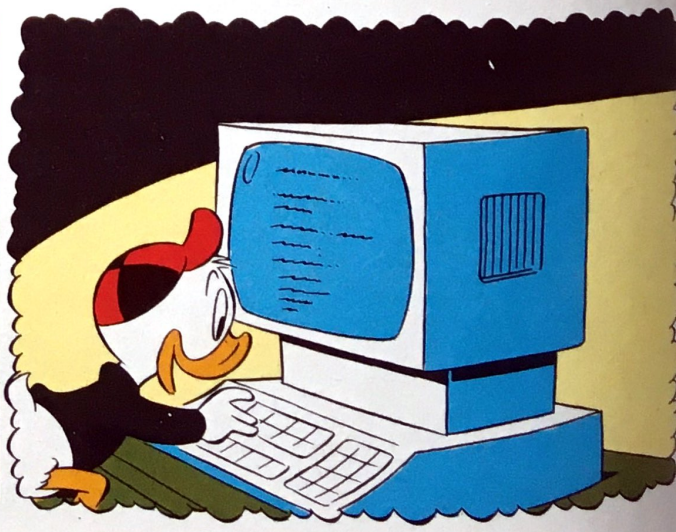
Den Geldspeicher vom alten Duck schaffen wir schließlich auch so!
176-167

Ich hab' da so einiges Neues auf Lager!

Genau! Nieder mit dem Computerzeug! Hoch lebe Karlo, das Genie!

Jetzt wißt Ihr also, was drin ist im Computer und wie er funktioniert. Und jetzt zeige ich euch mal, welche Menge Aufgaben er in Zukunft übernehmen wird.

Da bin ich wirklich mal gespannt, Brüder! Vielleicht ist auch was dabei, das uns in Zukunft die Hausarbeit abnimmt!



Zum Beispiel steuern Computer die Ampelanlagen einer ganzen Großstadt...
...und sie setzen im Kino Vorführapparate in Gang...
...der Computer kann auch Musik komponieren und spielen...
...Raketen starten, lenken und überwachen...
...Lieferprogramme erarbeiten und ausführen...
...am Fließband Autos schweißen und montieren...
Herr Duck? Eine Computerüberwachungsanlage brauchen Sie? Ich bin sofort bei Ihnen!
RRINGG!

Was man mit dem Computer alles machen kann

Computer lassen Raumschiffe fliegen

Der Mann am Computerbildschirm zählt langsam rückwärts: „Noch zwanzig Minuten bis zum Start." Im „fire control room" auf dem Raumbahnhof Cape Canaveral starren alle auf einen großen Videoschirm. Dort steht er: Space Shuttle „Columbia". Der Weltraumtransporter wartet auf seinen ersten Start. „Noch neunzehn Minuten bis zum Start." Gleich wird er abheben und auf einer weißen Wolkenspur in den blauen Himmel verschwinden. Die Männer im Kontrollraum beißen nervös auf die Lippen. Wird alles gutgehen?

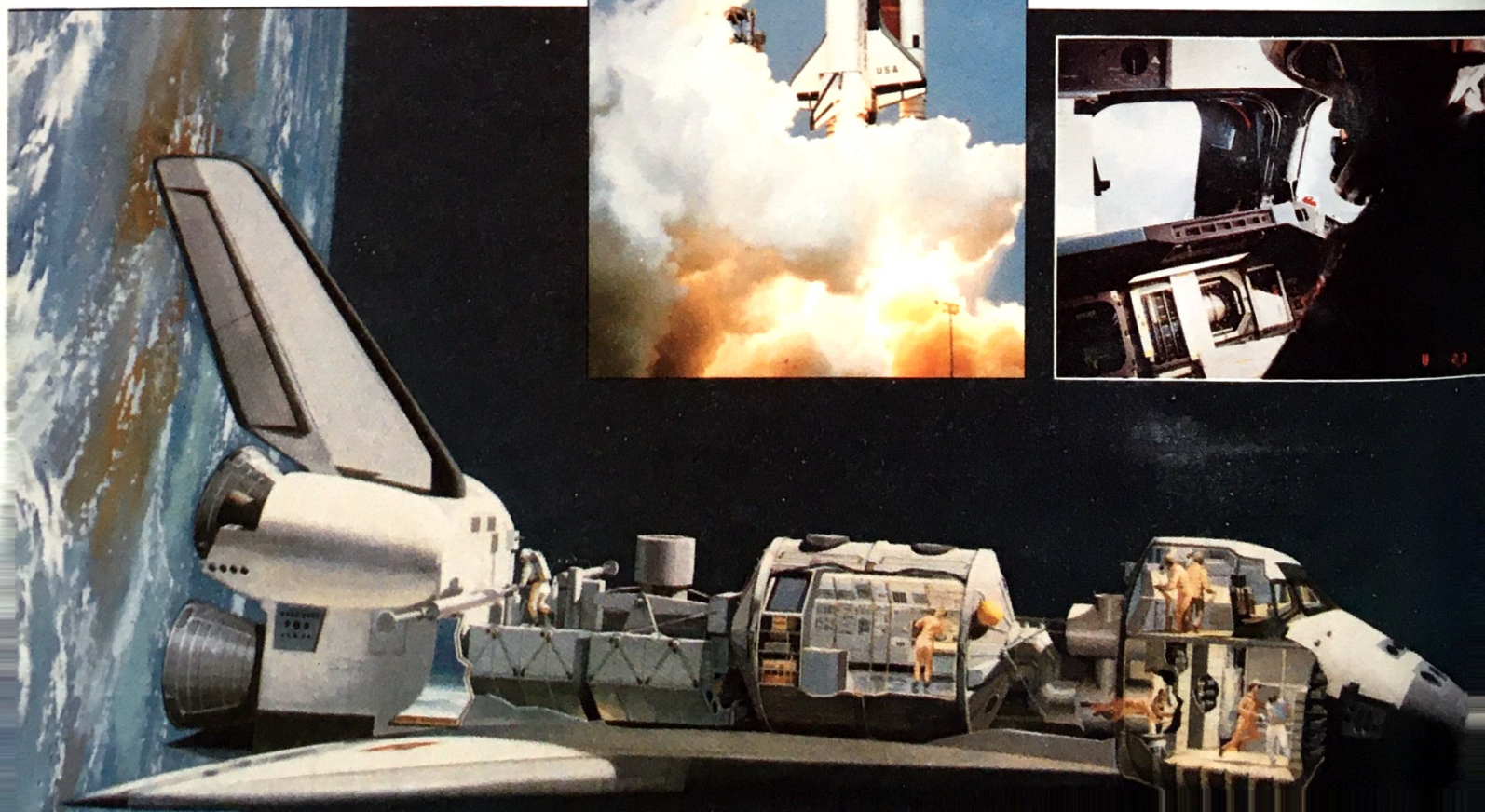
Der Mann am Startpult reißt entsetzt die Arme hoch. Vor ihm blinkt eine rote Warnlampe auf. Die Leuchtkurve auf seinem Bildschirm flackert. Die Systeme der Weltraumfähre brechen zusammen. Die Count-down-Uhr bleibt stehen. Was ist passiert?
Auf dem Videoschirm sieht alles ganz normal aus. Massig wie ein Kirchturm und doch so anmutig wie ein Pfeil steht die Fähre angeschnallt an ihre Brennstofftanks auf der Startrampe.

Doch nichts geht mehr. Der Computer im Kontrollraum, der den Start der Raumfähre automatisch überwacht, hat die Systeme abgeschaltet. Das große Rätselraten beginnt: Warum?
In Windeseile beginnen die Ingenieure mit der Fehlersuche. Abschnitt für Abschnitt wird Columbia unter die Lupe genommen. Nach 24 Stunden in Tag- und Nachtschicht stoßen die Techniker auf die Lösung. Die Bordcomputer der Fähre waren schuld. Genauer gesagt, einer von den fünf Hauptcomputern. Was war geschehen? Fast nichts. Nur das Sicherheitssystem von Space Shuttle hat sich selbst in den Schwanz gebissen.

Fünf Hauptcomputer in der Fähre, die alle die gleichen Aufgaben übernehmen können, müssen vor dem Start im Gleichtakt laufen. Laufen sie nur wenige Bruchteile von Sekunden auseinander, schaltet der Obercomputer im Kontrollraum den Start ab. Genau das war geschehen. Einer der fünf Bordcomputer hatte einen Vorsprung von 40 Millisekunden gegenüber seinen anderen Brüdern. Er war falsch programmiert. Ein dummer Fehler, der in der jahrelangen Vorbereitungszeit bisher noch nie entdeckt wurde.

Der Start wurde um 48 Stunden verschoben. Doch dann war es soweit. Unter dem Jubel von Tausenden von Zuschauern hob sich die Raumfähre mit dumpfem Grollen von der Startrampe. Die Computer spielten diesmal perfekt mit. Nach 54 Stunden 30 Minuten und 52 Sekunden im Weltraum landete Columbia wieder wohlbehalten auf der Erde. Ohne Computer wäre es nicht gegangen. Obwohl sie zunächst allen einen bösen Streich gespielt hatten, erwiesen sie sich dann als unentbehrliche und treue Helfer.

324 Milliarden Daten verarbeiteten sie während des Fluges. Sie mußten sich nicht nur darum kümmern, ob die Raketentriebwerke richtig brannten, sie mußten mit ihren Mikroprozessor-Augen in jeden Winkel der Raumfähre spähen und aufpassen, daß alle Systeme so arbeiten, wie sie sollten. Auch die Nutzlast, die die Fähre in ihrem Bauch auf die Umlaufbahn um die Erde mitnahm, wurde von den Computern kontrolliert. Meßdaten mußten aufgespürt und gespeichert werden. Viele Daten mußten aber auch sofort zur Erde gefunkt werden. Dafür kreiste ein Satellit mit um die Erde. Er fing die Funksignale vom Raumschiff auf und strahlte sie zur Bodenstation weiter.
Währenddessen hatten die Astronauten mit Experimenten alle Hände voll zu tun. Die fünf Hauptcomputer an Bord teilten sich dabei die Arbeit. Einer steuerte die Fähre automatisch und hielt sie exakt in der vorgeschriebenen Flugbahn. Die anderen prüften die Systeme,

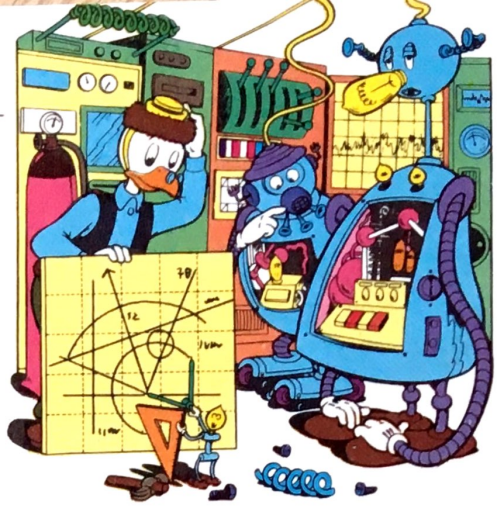


Das Cockpit des Space Shuttle: Elektronik, so weit das Auge reicht

halfen den Astronauten bei den Experimenten, speicherten Daten und sorgten für einen reibungslosen Funkverkehr mit der Erde. Trotz der großen Anzahl von Aufgaben kamen sie nie in Verlegenheit. Kein Wunder, denn ihre Rechengeschwindigkeit war riesig. Mit 500 000 Operationen pro Sekunde schnurrten sie ihre Programme ab. Ein spezieller Computer sorgte wie ein Dirigent dafür, daß die Hauptcomputer nicht aus dem Takt kamen. 300- bis 400mal pro Sekunde schwang er eine Art Taktstock wie ein Uhrwerk und ließ die Hauptcomputer damit im Gleichschritt marschieren. Wäre ein Computer aus der Reihe getanzt, wie das vor dem Start passiert war, wäre das für die Astronauten kein großes Problem gewesen. Der unartige Computer wäre einfach stillgelegt worden. Die anderen hätten dann seine Aufgabe mitübernommen. Soviel Reserve war eingeplant. Zur Not könnten auch nur zwei der Hauptcomputer das Space Shuttle sicher wieder zur Erde zurückbringen. Dann allerdings müssen sich die Bordcomputer mächtig ins Zeug legen. Die Landephase gehört mit zu den heiklen Punkten des gesamten Fluges.

Die Raumfähre muß ohne Triebwerke wie ein Segelflugzeug landen. Das muß hundertprozentig hinhauen. Trifft die Fähre die Landebahn nicht auf das erste Mal, gibt's ein zweites Mal nicht mehr. Sie zerschellt irgendwo im Gelände. Damit das nicht passiert, leisten die Bordcomputer Schwerstarbeit. Sie berechnen in jedem Moment die Flughöhe, den Eintauchwinkel in die Atmosphäre und die Entfernung zur Landebahn. Aus diesen vielen Daten bestimmen die Computer die optimale Gleitflugbahn zur Erde. Allein gelassen sind die Computer aber dabei nicht. In vielen Testflügen, wobei die Fähre von einem Flugzeug aus großer Höhe abgeworfen wurde, wurden die besten Flugbahndaten ermittelt. Daran orientieren sich die Bordcomputer während des Landeanflugs. Weicht die tatsächliche Bahn von der vorher einprogrammierten ab, korrigieren die Computer mit Hilfe der Steuerklappen am Shuttle die Flugbahn. In 3000 Meter Höhe schalten die Astronauten eine Art Autopilot ein. Er bringt das Shuttle auf ungefähr 600 Meter Höhe über der Landebahn. Zu jeder Zeit können die Astronauten die Steuerung der Fähre auch selbst in die Hand nehmen.

Aber auch dann werden die Steuerdaten zuerst von einem Computer geprüft und wenn er sein O.K. gibt, werden die Steuerdaten weitergeleitet. Doch die Computer leisten präzise Arbeit. In den kritischen Minuten des Landeanflugs müssen die Computer pro Minute rund zehn Millionen Daten verarbeiten. Und keinen Fehler machen, sonst schießt das Shuttle übers Ziel.
Doch alles ist gutgegangen. Die Männer im Kontrollzentrum atmen auf, als der Raumtransporter auf der Landebahn ausrollt.

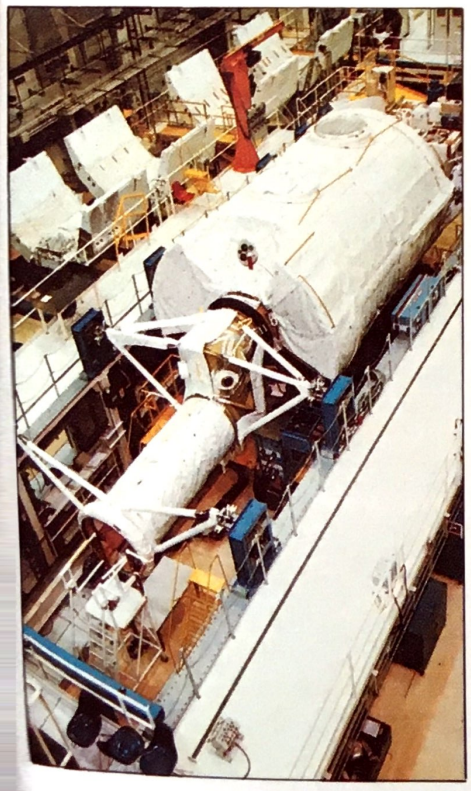


Roboter auf dem Vormarsch

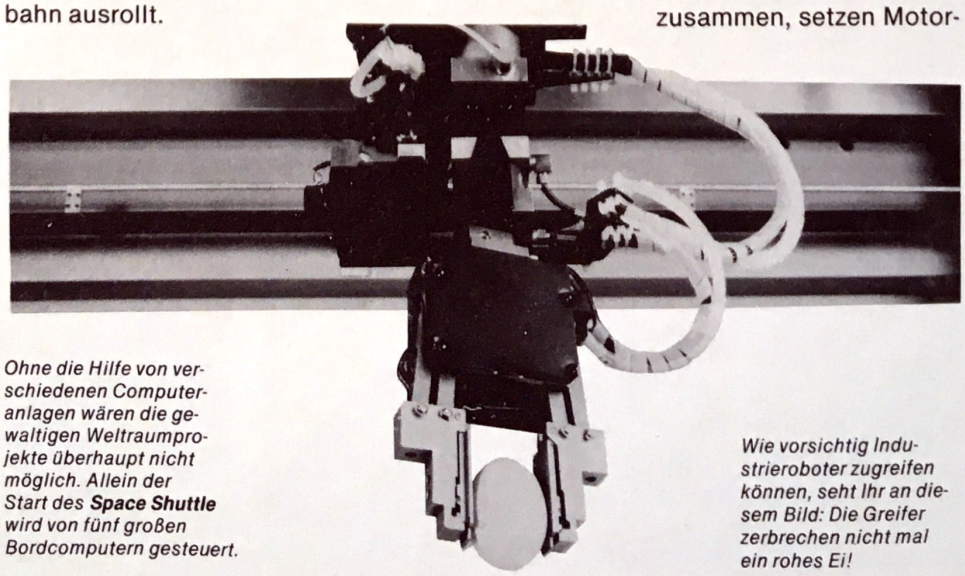
Aus Science-fiction-Filmen kennt sie jeder: Roboter. Die menschenähnlichen Blechmänner, die piepsend durch die Kulissen marschieren und dabei einen Krach machen, als würde ein Sack Zahnräder über den Boden geschleift. In ihren Gelenken scheint Rheuma oder ewiger Dauerfrost zu stecken, so eckig und hölzern watscheln die Stahlkameraden durch die Landschaft.

Die waschechten Roboter würden nur mitleidig lächeln, wenn sie könnten. Ihre Bewegungen sind geschmeidig wie der Elfentanz einer Primaballerina. Nur ihr Aussehen ist weniger filmreif. Oft sind es nur simpel aussehende Metallarme, auf denen vorne klauenähnliche Zangen stecken. Sie haben so gar nichts liebenswert Menschliches an sich. Brauchen sie auch nicht. Ihre Aufgabe ist es, zu arbeiten. Rund um die Uhr, bei Tag und Nacht. Arbeiten in radioaktiv verseuchten Räumen, arbeiten in Farbsprühnebeln und Giftgaswolken, arbeiten in unerträglichem Lärm oder in glühender Hitze. Also überall dort, wo es für Menschen zu gefährlich wäre oder wo immer die gleichen Handgriffe tausendmal am Tag zu absolvieren sind.

Gerade im Automobilbau sind die Industrieroboter nicht mehr wegzudenken. Mit ihren schwanenhalsähnlichen Greifarmen schweißen sie Karosserien zusammen, setzen Motor-



*Ohne die Hilfe von verschiedenen Computeranlagen wären die gewaltigen Weltraumprojekte überhaupt nicht möglich. Allein der Start des **Space Shuttle** wird von fünf großen Bordcomputern gesteuert.*



Wie vorsichtig Industrieroboter zugreifen können, seht Ihr an diesem Bild: Die Greifer zerbrechen nicht mal ein rohes Ei!

blöcke ein oder schrauben Räder fest. Mit Tastsensoren und Videoaugen können die Industrieroboter Werkstücke fühlen oder sehen. Doch ohne Programm sind sie dumm, dumm, dumm. Sie sind willige Sklaven, denen man jeden Handgriff zuerst beibringen muß. Die Techniker haben dafür einen Spezialausdruck: *Teach-in* heißt das Verfahren, das den Robotern das Arbeiten beibringt. Der Programmierer sitzt dazu vor einem Computerterminal. Über Steuertasten lenkt er den Roboterarm. Der Roboter soll zum Beispiel mit einer Sprühpistole ein Auto spritzen. Die dafür nötigen Bewegungen des Roboterarms speichert schrittweise das Computergedächtnis des Roboters. Steht das Programm und läuft der Arm mit der Sprühpistole ohne Kratzer über die Autokarosserie, wird der Roboter auch in Zukunft diese gelernte Lektion nicht mehr vergessen. Die Steuerung erfolgt automatisch. Ganz billig ist dieser Spaß allerdings nicht. Bis zu einer halben Million Mark kann so ein mechanischer Arbeiter kosten.

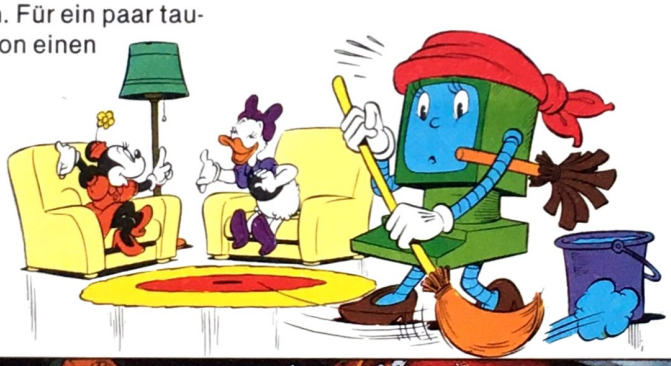
Soviel Geld muß man aber nicht ausgeben, will man sich einen Roboterdiener ins eigene Haus holen. Für ein paar tausend Mark gibt es schon einen dieser Blech-Butler.

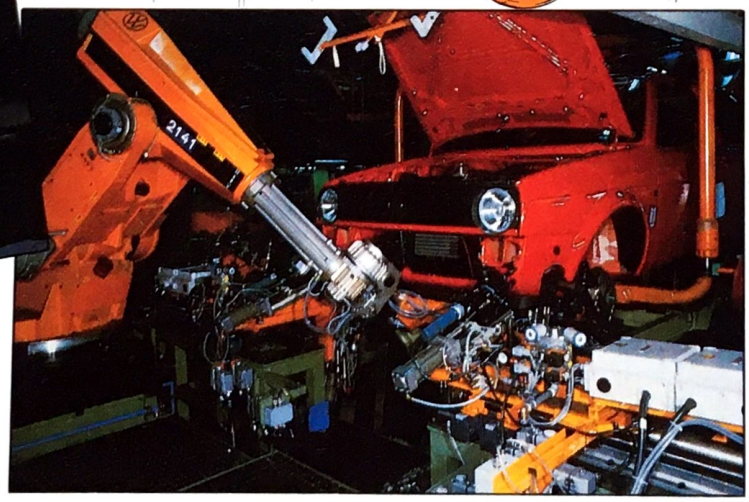
Viel auf der Pfanne haben sie aber noch nicht. Sie verstreuen Zeitungen im Zimmer oder bringen auch schon mal eine Flasche Apfelsaft.

Das Ganze ist also noch mehr eine Spielerei, doch die Techniker sind am Grübeln – und wer weiß, vielleicht gibt es bald den Heimroboter, der Staub wischt, als Staubsauger durch die Wohnung fährt, im Urlaub die Pflanzen gießt und dem Kanarienvogel Körner austeilt? Wie sowas funktionieren könnte, läßt sich im kleinen heute schon mit speziellen Baukästen zusammenbasteln. Mit ein paar Elektromotoren, Zahnrädern, Schrauben und Drähten und natürlich einem Heimcomputer kann sich jeder seinen Roboter selbst zusammenbauen. Sie ahmen ihre großen Brüder in den Fabrikanlagen nach. Sie sortieren Bausteine, zeichnen Grafiken, steuern ein Förderband, transportieren Lasten oder fahren einprogrammierte Wege wie im Schlaf.

Die Steuertechnik durch Computer hat auch vor der guten alten Eisenbahn nicht halt gemacht. In den neuen Hochgeschwindigkeitszügen, die bis zu 350 Kilometer pro Stunde schnell sind, ist der Computer zum zweiten Lokführer ernannt worden. Im Rangierbahnhof dirigiert er schon seit längerem die Güterwaggons. Er paßt auf, daß Züge in der richtigen Reihenfolge zusammengestellt werden und Ladungen an den richtigen Ort kommen.

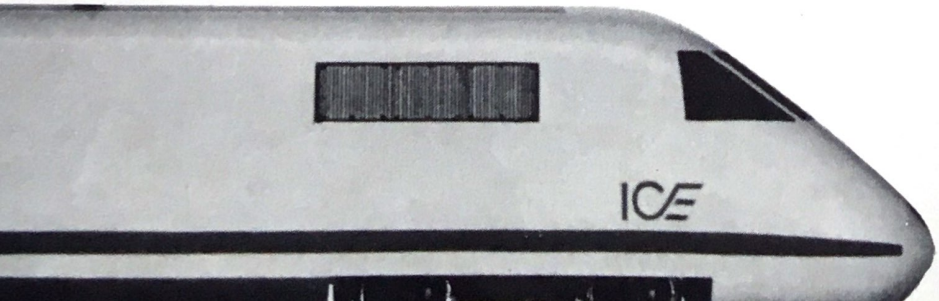
Das reizte natürlich die Modelleisenbahner. Sie wollten es den großen Lokomotiven gleichtun. Warum soll der Heimcomputer nicht auch die Modelleisenbahn steuern können, dachten sie und bauten kurzerhand einen Chip in die Modell-Loks ein. Damit sind die Kleinen den Großen auf der Schiene sogar um einen Schritt voraus. Denn über Computertasten lassen sich nicht nur Weichen stellen, sondern mehrere Lokomotiven gleichzeitig vorwärts, rückwärts, langsam oder schnell über die Gleise dirigieren. Entweder durch ein festes Programm oder durch einzeln eingegebene Befehle. Wer Lust auf Zusammenstöße hat, bitte, nur dem Computer sagen. Dann kracht's.

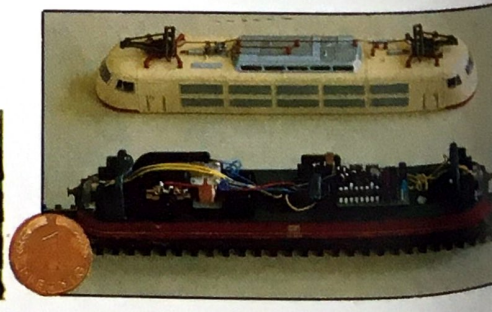


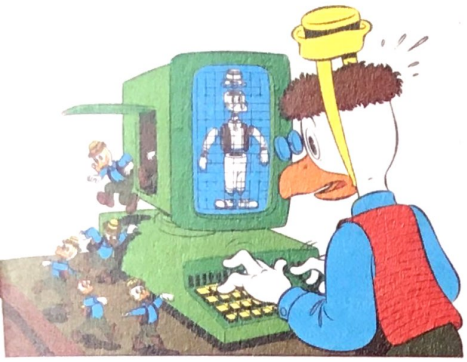


Oben und rechts: Ohne den Einsatz von Industrierobotern wäre eine Großserienproduktion – wie beim Automobilbau – heute nicht mehr vorstellbar.

Links: Haushaltsroboter, die in den USA bereits angeboten werden, sind bis jetzt noch zu teuer – und zu ungeschickt! Unten: Auch bei der Modelleisenbahn geht in der Zwischenzeit ohne Computer nichts mehr.





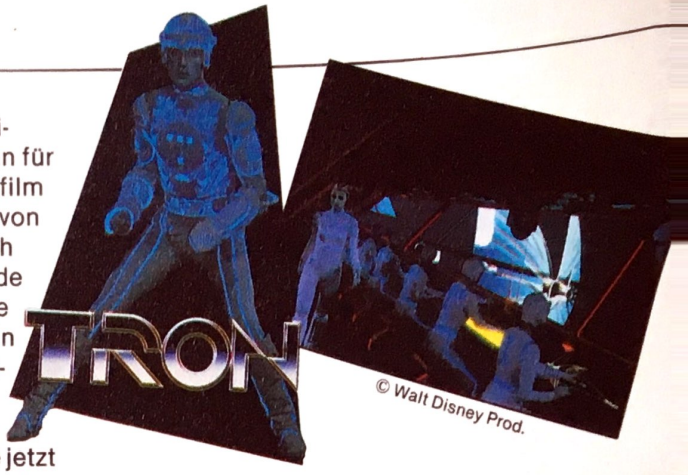


Computergrafik: Errechnete Bilder

Zuerst ein Punkt. Dann ein Strich, dann viele Striche. Wie von Geisterhand entsteht ein Bild. Ein Menschenkopf. Nicht auf Papier und Zeichenbrett, sondern auf einem Bildschirm. Noch sieht der Kopf etwas merkwürdig aus, als wäre er aus einem Drahtnetz geflochten. Doch im nächsten Augenblick fließt in das Drahtnetz Farbe. In die leeren Augenhöhlen kommt Leben. Blaue Augen schauen den Betrachter an. Der Mund öffnet sich. Die Lippen formen ein tonloses *„Hallo“*. Die Nasenflügel weiten sich. Der Kopf atmet. Langsam wendet er sein Gesicht zur Seite. Doch was ist das? Hinten ist nichts. Der Kopf ist hohl, ausgeschabt wie eine Maske. Die Maske dreht sich weiter, das Gesicht ist wieder zu sehen. Wie durch Zauberhand verschwindet alle Farbe, das nackte Drahtgerüst zeigt sich wieder und löst sich in Striche auf. Am Schluß bleibt ein Punkt.

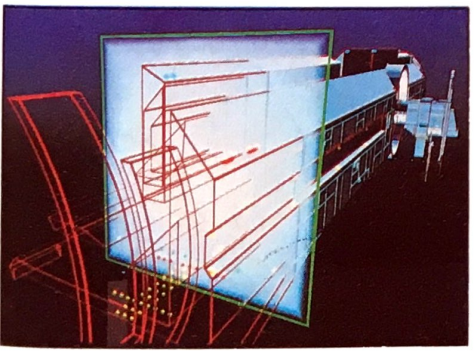
Der ganze Spuk dauerte keine Minute. Doch daß er funktionieren kann, dafür haben kluge Köpfe viele Tage und Wochen hart gearbeitet. Sie haben einen Computer programmiert und ihm befohlen, aus Punkten und Strichen einen „lebenden“ Kopf zu zeichnen. Das Kunststück ist gelungen.

Ganz begeistert waren darüber übrigens die Trickfilmspezialisten. Denn für einen abendfüllenden Zeichentrickfilm mußten bisher ganze Heerscharen von Zeichnern monatelang ein Bild nach dem anderen malen. Diese Tausende von Zeichnungen – für eine einzige Filmsekunde braucht man immerhin bis zu 24 Bilder – wurden anschließend eines nach dem anderen mit einer Kamera abgefilmt. Mit einem Computer als Helfer geht die Sache jetzt wesentlich schneller, denn er kann viele Bilder, auf denen sich nur Winzigkeiten ändern, in Sekundenschnelle umbauen und erspart den Zeichner somit viele Wochen langweiliger Arbeit. Aber keine Angst – die Walt Disney-Filme bleiben trotzdem noch so lustig, wie Ihr es gewohnt seid. Denn die witzigen Gags werden immer noch von Menschen gemacht. Übrigens: Der erste Kinofilm, der mit dem Computer gemacht wurde und der auch noch im Innern eines Computers spielt, ist der Walt Disney Film „TRON“.

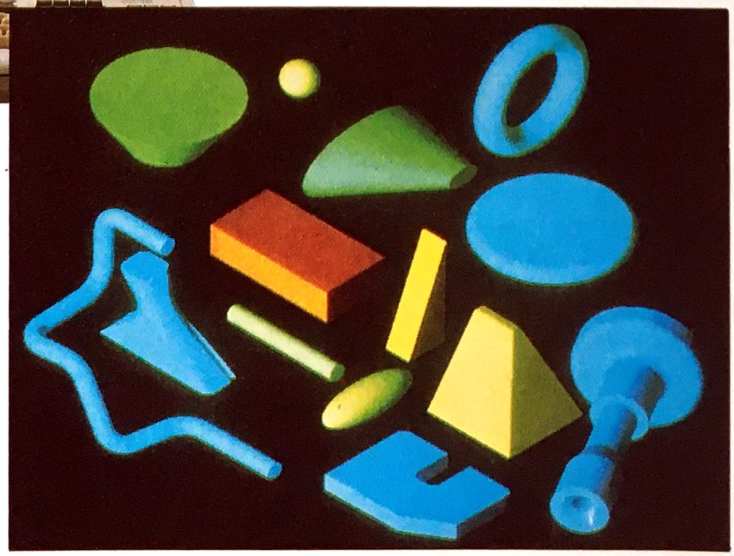


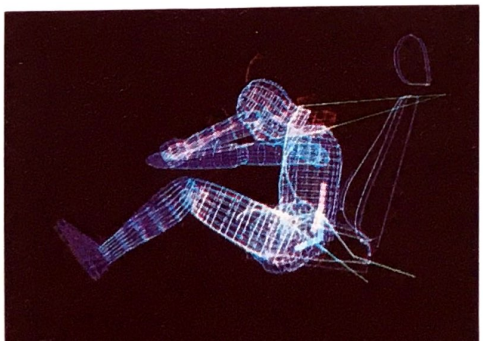
Doch nicht nur bei Zeichentrickfilmen mischen heute die Computer kräftig mit. Viele Kinofilme wären ohne Computerunterstützung erst gar nicht entstanden. Wenn Laserblitze sich in große Raumschiffe fressen, wenn Luke Skywalker sich in „Krieg der Sterne“ gegen Darth Vader zur Wehr setzt, dann geht ohne den „Schauspieler“ Computer gar nichts. Er kann auch fantastische Weltraumbilder entwerfen, in denen gigantische Raumschiffe ihre Kreise ziehen, er konstruiert unwirkliche Landschaften auf fremden Planeten und läßt darin Menschen herumwandern. Geformt mit Bits und Bytes aus dem Computerspeicher.
Wie ist das möglich? Ohne Programmierspezialisten ist nichts zu machen. Sie entwerfen die Programme, die den Computer Zauberdinge machen lassen. Wie kompliziert das sein kann, beweist eine Zahl. Um ein fotoähnliches Bild auf den Bildschirm zu malen, muß der Computer über eine Million Operationen durchführen. Soll das Foto sich noch bewegen, wie das in einem Film nötig ist, multipliziert sich die Arbeit um ein Mehrfaches. Nur Großcomputer mit einem riesigen Speicher können das schaffen.

Aber wie entsteht so ein Bild?
Das Prinzip ist einfach. Jede Form, und sei sie noch so kompliziert und unregelmäßig, kann in geometrische Grundbausteine zerlegt werden. Wie ein Schneemann, der aus verschiedenen Schneekugeln besteht, kann auch jeder andere Gegenstand in Kugeln, Quadrate, Würfel oder Kegelfiguren zerlegt werden. Der Computer hat alle Grundbausteine gespeichert. Natürlich nur durch ein entsprechendes Programm.



Rechts: Aus solchen geometrischen Bausteinen setzt der Computer seine Bilder zusammen.

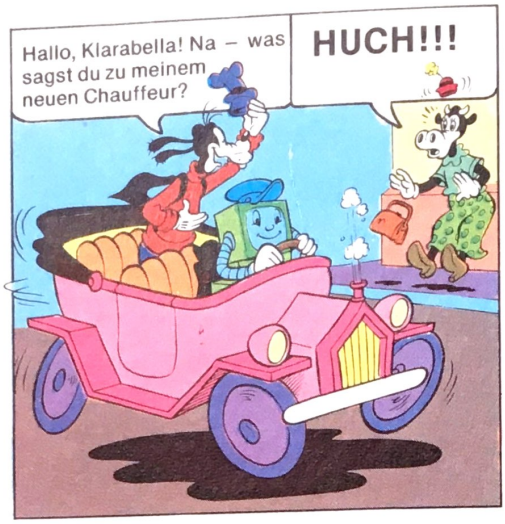


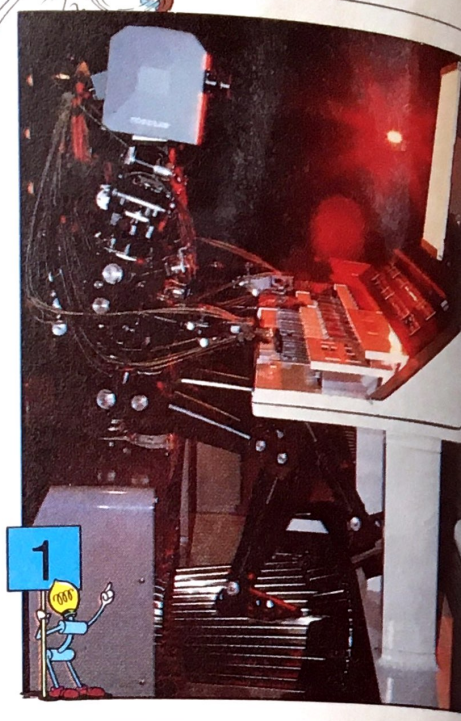


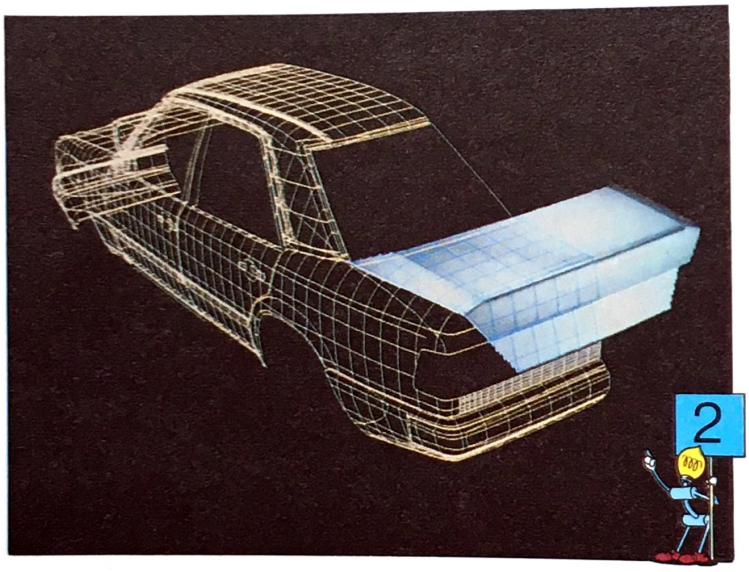
Oben: Der Disney-Film „TRON“ spielt im Computer und wurde vom Computer gezeichnet. Rechts: Beim Automobilbau ersetzten Computerzeichnungen gefährliche Versuche. Hier wird die Bewegung eines Menschen bei einem Aufprall simuliert.

Bis zu 200 Bausteine hat der Konstrukteur zur Verfügung. Daraus kann er jede beliebige Form auf dem Bildschirm darstellen. Ob ein Raumschiff, ein Wolkenkratzer, eine neue Autokarosserie oder nur ein neuer Lampenschirm gezeichnet werden soll, spielt für den Computer dabei keine Rolle.

Computer zeichnen alles. Aber nicht nur das. Sie können das gezeichnete Modell auch zum Leben erwecken und ausprobieren, ob es tatsächlich funktioniert.
Ein neues Auto zum Beispiel existiert zunächst nur im Gehirn des Konstrukteurs und im Computer. Trotzdem kann es im Rütteltest über steinige Straßen holpern oder auf einer Rennstrecke mit Vollgas durch die Kurven jagen. Denn im Computer ist die steinige Straße genauso gespeichert wie der Rennkurs.



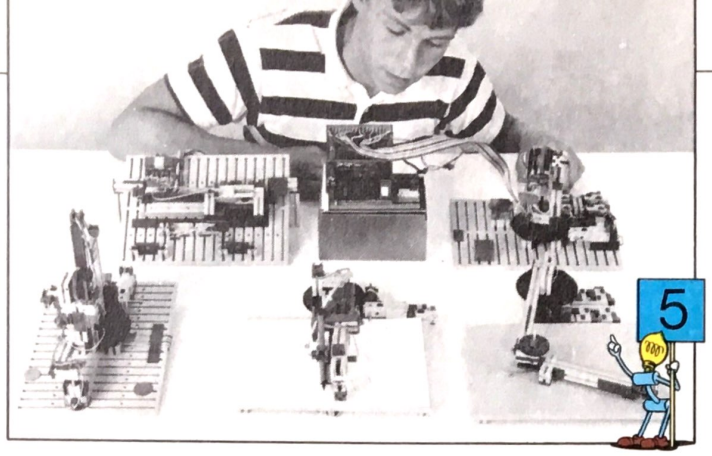




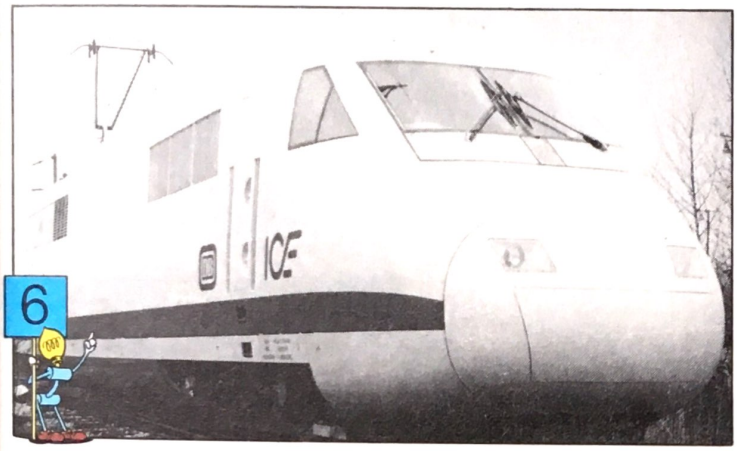
So erfahren die Autobauer frühzeitig, ob ihr entworfenes neues Automodell was taugt oder nicht. Erst wenn alle Tests im Computer zufriedenstellend verlaufen sind, wird es in Blech und Stahl gebaut.

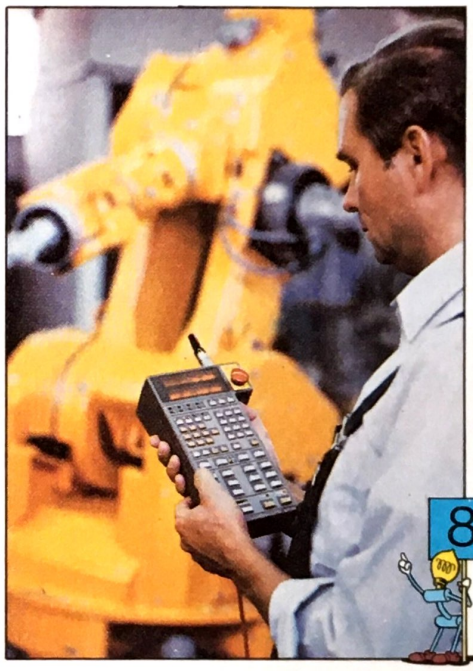
Computer sind überall! Auf diesen beiden Seiten wollen wir Euch einen Überblick geben, wo die Mikroelektronik schon überall Fuß gefaßt hat.

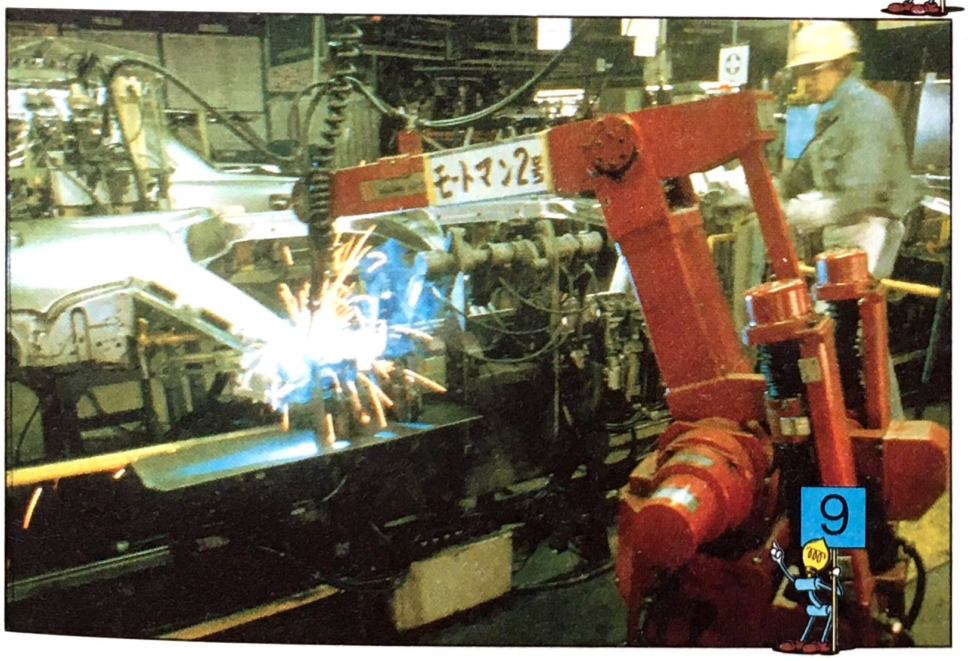
1) Auf einer Industrieausstellung in Japan wurde dieser orgelspielende Roboter vorgestellt. 2) Beim Automobilbau nimmt der Computer den Konstrukteuren viel Zeichenarbeit ab. 3) So könnte das Armaturenbrett eines Autos demnächst aussehen. Verkehrsleitsystem, Bordcomputer – bald wird es in Vatis Lieblingsspielzeug aussehen wie 4) im Cockpit eines Jumbos. Dort wäre schon fast wieder ein neuer Computer nötig, um all die anderen Computer, Anzeiger und Meßgeräte im Auge zu behalten.

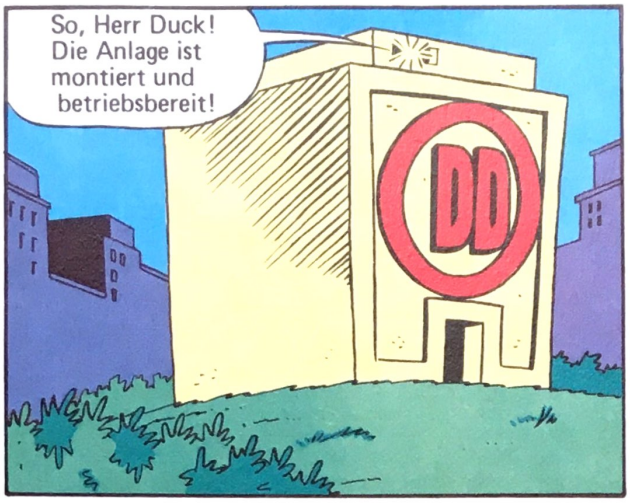


*5) Auch im Kinderzimmer geht's nicht mehr ohne: Hier steuert ein Kosmos-Computer verschiedene fischertechnik-Baukastenmodelle. **6)** Auch in dieser neuesten Hochleistungslok der Bundesbahn sind Computer für den problemlosen Betrieb verantwortlich. **7)** Mikroelektronik auch am Handgelenk. **8)** und **9)** Wo früher tausende von Menschen arbeiteten, blinken heute Roboter. In den USA und Japan gibt es bereits riesige Fabriken, in denen nur noch eine Handvoll Menschen für Überwachungsaufgaben eingesetzt sind. **10)** Computer auch bei der Post: In einigen Versuchsgebieten sind die ersten computergesteuerten Telefonapparate im Einsatz. Statt mit Geld bezahlt man mit einer Art Scheckkarte. **11)** Und noch ein Computer, den Ihr alle kennt: Selbst die gute alte Tankstelle wird vom Computer gesteuert.*

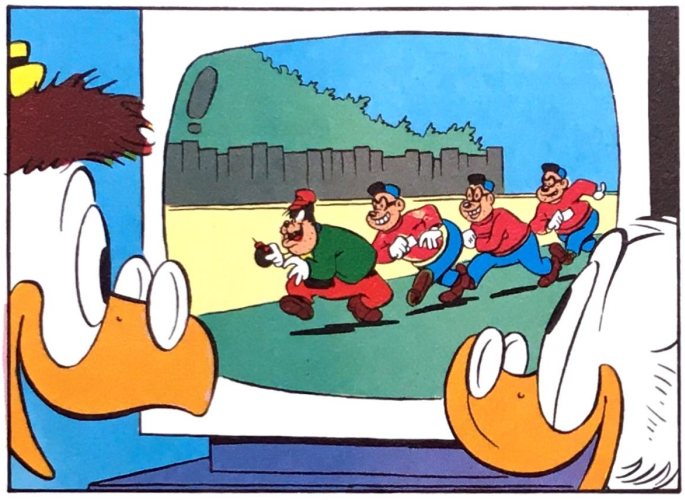






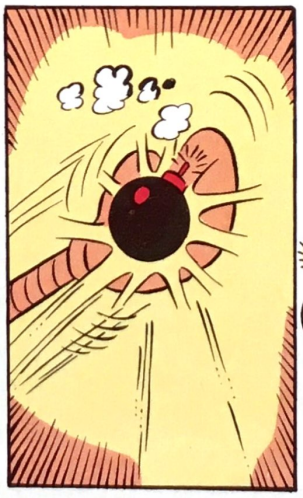

So, Herr Duck! Die Anlage ist montiert und betriebsbereit!
DD

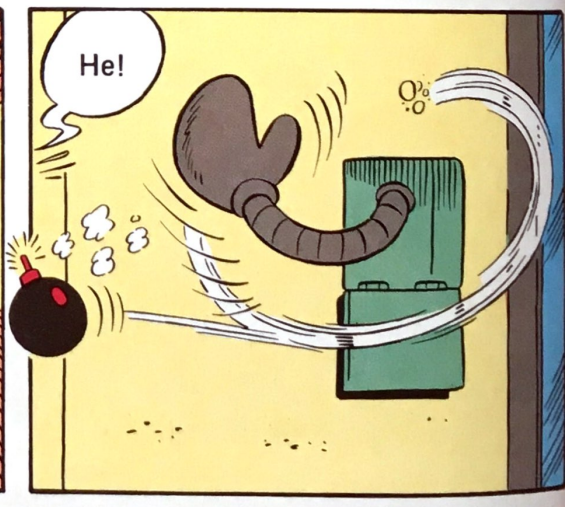
Auf diesem Monitor können Sie alles beobachten, was in der Nähe Ihres Speichers vorgeht.



Dieses reizende Bömbchen knackt auch den härtesten Stahl, Männer!

Gleich schwimmen wir in Talern und Kreuzern!
DIESE ANLAGE IST COMPUTER-ÜBERWACHT!



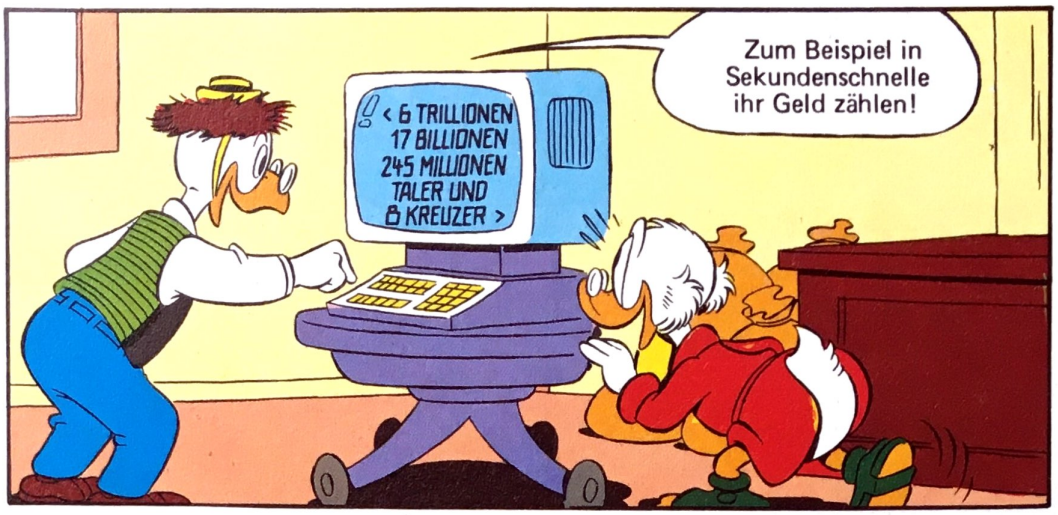

He!

BOUM

Der computergesteuerte Greifarm ist nicht zu schlagen...
Geben wir's auf... gegen diese Technik kommen wir nicht an!

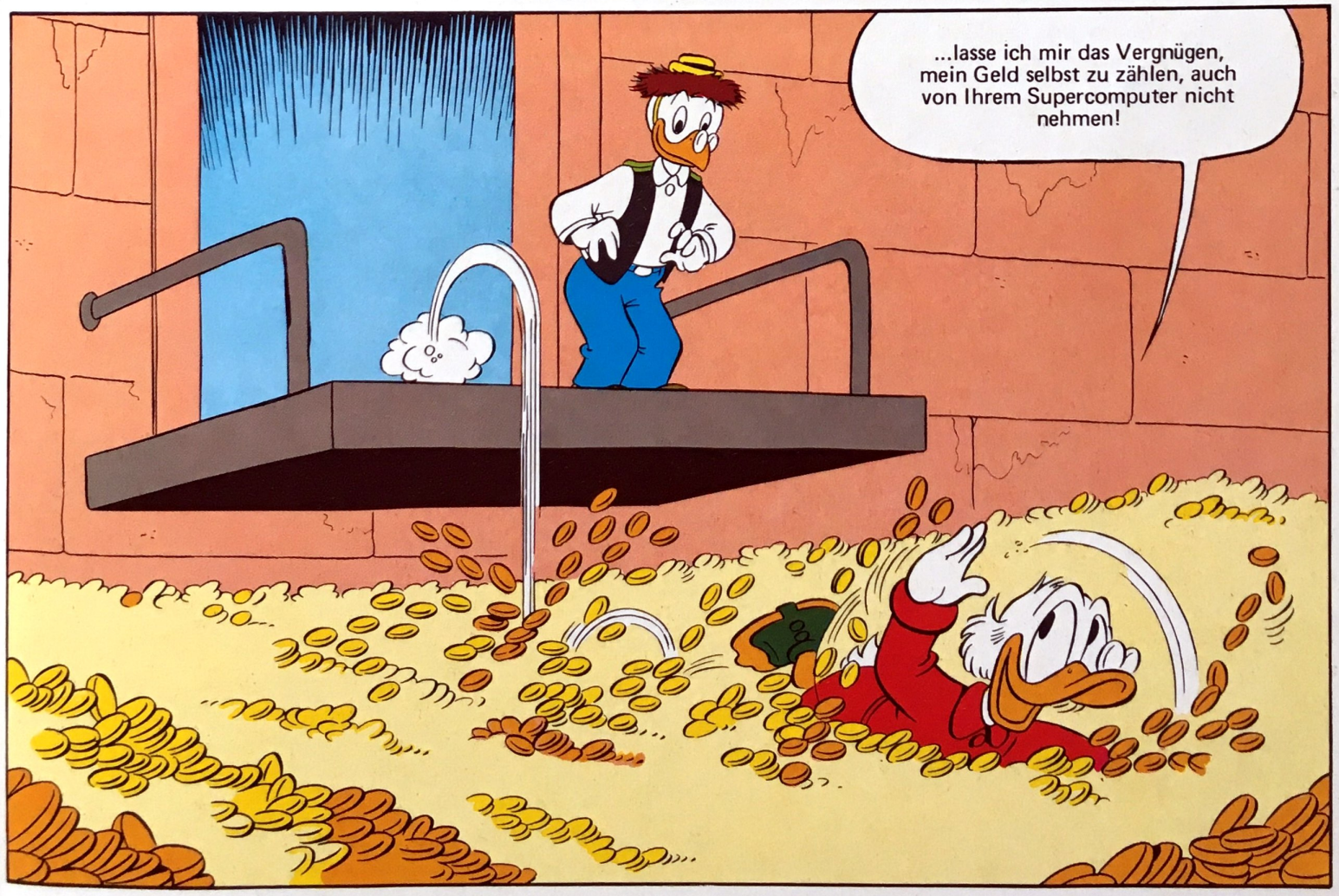
Nun, was sagen Sie?
Ausgezeichnet, mein lieber Düsentrieb, ganz ausgezeichnet!

Aber Ihr neuer Computer kann noch viel mehr!


Zum Beispiel in Sekundenschnelle ihr Geld zählen!
< 6 TRILLIONEN 17 BILLIONEN 245 MILLIONEN TALER UND 8 KREUZER >

Sehr gut! Die Summe stimmt fast genau. Nur diesen Taler hat er vergessen!

Und davon abgesehen...


...lasse ich mir das Vergnügen, mein Geld selbst zu zählen, auch von Ihrem Supercomputer nicht nehmen!

Computer

11 Computer

We Know Small Computers

We Know Small Computers

Land®

„Ich will einen Computer haben", steht auf dem Wunschzettel. Also nichts wie rein in den nächsten Computershop. Dort fragt der Verkäufer: „Welcher Computer soll's denn sein? Wieviel darf er denn kosten?" Und schon weiß der zukünftige Computerfreak nicht mehr so richtig weiter.

Doch auf diese Fragen gibt es Antworten. Sie zu finden, dafür sollte man sich ein wenig Zeit nehmen. Ein Fehlkauf ist zwar noch kein Beinbruch, aber er kostet viel Geld und macht Ärger.

Welcher Computer ist also der Beste? Eine allgemein gültige Antwort gibt es darauf nicht. Der beste Computer ist nämlich der, der für einen selbst der beste ist.

Welcher ist aber für einen selbst der beste Computer? Um diese Frage zu beantworten, muß man sich zuerst fragen: Wofür brauche ich einen Computer? Will ich ihn zum Spielen, zum Lernen oder will ich ihn für bestimmte Arbeiten nutzen? Denn nicht jeder Computer kann alles gleich gut. Welcher Computer was am besten kann, erfährt man in einem guten Computergeschäft. Speziell ausgebildete Verkäufer beraten und geben Tips.

Trotzdem sollte man noch zusätzlich in zwei oder drei andere Geschäfte gehen und sich beraten lassen, denn je besser man über den Computermarkt Bescheid weiß, desto treffsicherer findet man das richtige Gerät.

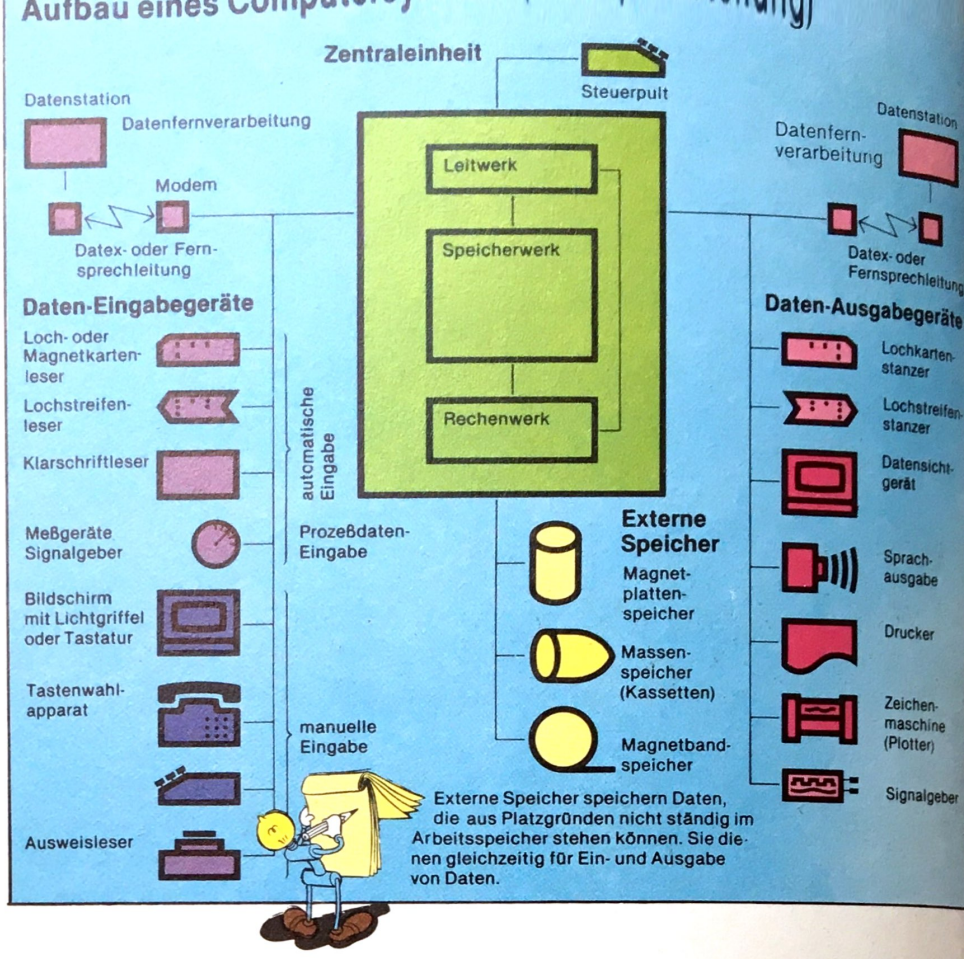
Auf was sollte man bei seiner Suche aber besonders achten?
Bei Heimcomputern ist es üblich, daß in einem Angebot zunächst das Grundgerät beschrieben wird. Das ist der Kasten mit der Tastatur drauf. Hier scheiden sich schon die Geister. Zum einen findet man Folientastaturen auf den Computern. Es sind strenggenommen keine Tasten, sondern Berührungsfelder auf einer Kunststoffolie. Die gibt es hauptsächlich bei den billigeren Computern. Sie sind aber nicht besonders praktisch. Wer längere Programme auf einer Folientastatur eintippt, verzweifelt fast. Es dauert einfach zu lange. Die zweite Art von Tasten sind aus Weichgummi.Sie sind oft sehr klein und liegen dicht beieinander. Auch hier ist die Eingabe nicht besonders bequem.

We Know Small Computers

Will man länger Spaß an seinem Computer haben, so ist eine Schreibmaschinentastatur vorzuziehen. Der damit ausgestattete Computer ist zwar teurer, aber der Mehrpreis lohnt sich.
Wer Schreibmaschine schreiben gelernt hat oder es gerade lernt, sollte darauf achten, daß auch sein Computer über eine ähnlich angeordnete Tastatur verfügt. Dazu gibt es bereits genormte Tastaturen, die die Bezeichnung DIN 2137 oder 6603 tragen. Bei vielen ausländischen Heimcomputer-Modellen ist das leider noch nicht der Fall.

Wie schnell ein Computer ein Programm abspult, ist ebenfalls nicht ganz unwichtig. Vor allem, wenn es sich um längere Programme handelt. Wie schnell ein Computer ist, läßt sich an der Chip-Bezeichnung ablesen.
Meistens sind in den Heimcomputern Chips der Typen Z 80 oder 6502 eingebaut. Nach dieser Bezeichnung steht oft noch ein Großbuchstabe. Beispielsweise ein „A". Dann ist der Chip schneller, als wenn kein Buchstabe aufgedruckt ist. Steht ein „B", ist der Computer schneller als ein A-Chip. Bei einem „C" ist er noch fixer.
Ein weiterer wichtiger Punkt ist: Wie groß ist der Speicher, der im Computer steckt? Der interne Speicher, wie Fachleute dazu sagen, wird in Kilobyte angegeben, zum Beispiel 64 Kilobyte (der Fachmann sagt nur: 64 KB). Allerdings kann man kein Programm eintippen, das 64 KB Speicherplatz braucht. Denn der Computer verbraucht für sich selbst auch ein paar Kilobyte. Wichtig ist also der freiverfügbare Speicherplatz. Je größer er ist, desto besser ist es. Will man dann einmal ein längeres Programm eintippen, ist der Speicher nicht so schnell voll. Ein Computer mit 64 KB hat zum Beispiel genügend Spielraum für die meisten Freizeitzwecke und kostet augenblicklich zwischen 400 und 700 Mark.

Bei manchen Computern kann man auch den Speicherplatz durch Umbauten erweitern, was bei wachsenden Datenmengen sehr praktisch ist.
Auf jeden Fall sollte man an den Computer einen zusätzlichen Speicher anschließen können. Das kann ein Kassettenrekorder sein oder eine Diskettenstation. Billiger ist auf jeden Fall ein Rekorder mit Magnetband. Der Nachteil ist: Will man ein Programm vom Magnetband in den Computer überspielen, dauert es oft sehr lange. Schneller geht es mit Disketten. Allerdings kostet eine Diskettenstation mit einem Laufwerk oft mehr als das Grundgerät. Über kurz oder lang wird sich aber jeder Computerfan mit einem Diskettengerät an-



freunden, schon der besseren fertigen Programme wegen, die es auf Diskette gibt.

Wichtig bei einem Computer ist aber nicht nur der Anschluß für einen externen Speicher, sondern auch, daß noch weitere Buchsen und Anschlüsse vorhanden sind. Je nachdem, welche Zusatzgeräte man anschließen oder was man mit seinem Computer machen will.

Ein Fernseh- oder Monitoranschluß ist selbstverständlich. Wichtig ist aber, wie viele Bildschirmzeichen der Computer auf einmal darstellen kann.
Je mehr es sind, desto besser ist er.
Verfügt der Computer auch über einen Druckeranschluß? Irgendwann einmal genügt die Darstellung auf dem Fernsehschirm nämlich nicht mehr, und der Text auf dem Monitor soll schwarz/weiß oder sogar farbig ausgedruckt werden. Damit wäre die Grundausstattung komplett: ein Grundgerät mit Tastatur, Fernseher oder Monitor, ein Kassetten- oder Diskettengerät als externer Speicher und ein Drucker. Und wenn ihr jetzt mal zusammenrechnet, stellt ihr fest: Der ganze Spaß kostet zwischen zwei- und viertausend Mark!

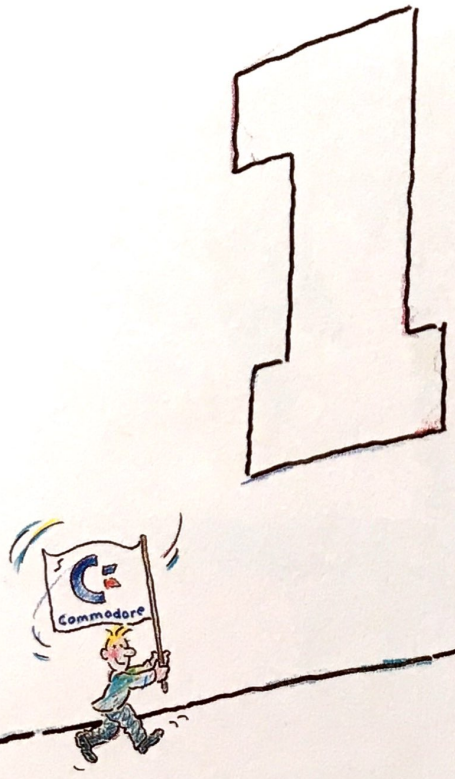
Wer nicht auf einmal soviel Geld ausgeben kann oder will, kann auch kleiner einsteigen und sich seine Computerausrüstung nach und nach gebraucht zusammenkaufen. Der Kleinanzeigenteil in Computerzeitschriften oder der Tageszeitung ist voll von interessanten Angeboten.

Allerdings muß man immer hübsch beim gleichen Hersteller bleiben. Denn leider passen Geräte von fremden Computerherstellern nicht zusammen. Das trifft hauptsächlich auf den Heimcomputermarkt zu. Bei den größeren Brüdern, den Personal- und Großcomputern, sieht die Sache etwas freundlicher aus.
Wichtiger als die Geräte ist aber, was so ein Computer leisten kann und wieviel Programme es für den entsprechenden Typ gibt. Was nützt das schönste Gerät, wenn nur wenige fertige Programme dafür zu haben sind? Denn erst das Futter macht den Computer lebendig, und auch der Software-Tausch ist nur unter gleichen Geräten möglich.
Trotzdem: Computern macht Spaß, und nachdem Ihr jetzt wißt, wie ein Computer aufgebaut ist und wie er funktioniert, ist sicher auch das Programmieren bald kein Problem mehr für euch.

Euer

Daniel Düsentrieb

DER EINZIGE HEIMCOMPUTER, DER SCHON ZWEIMAL „HEIMCOMPUTER DES JAHRES“ WURDE. DER COMMODORE 64.



1984 war er's und 1983 auch: Die erste Wahl internationaler Computer-Fachjournalisten. Und auch das war er in beiden Jahren: Der populärste Heimcomputer der Welt.

Weil sich unheimlich viel mit ihm anfangen läßt: Hunderte von fertigen preiswerten Programmen gibt's – für Hobby, Beruf, Fortbildung, Spiel und mehr.

Weil er einfach zu beherrschen ist. Mit starker Farbgrafik und beispielhaften Musikqualitäten.

Und weil er auch noch preiswert ist, damit jeder einen haben kann.

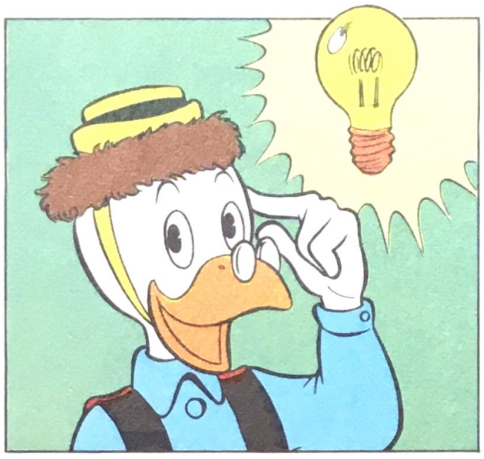
Der Commodore 64. Steigen Sie ein in die populärste Art des Computers.

Beim Commodore Vertragshandel, in führenden Warenhäusern, guten Rundfunk-, Fernseh- und Fotofachgeschäften und großen Versandhäusern.

Commodore

Eine gute Idee nach der anderen.

Die 20 wichtigsten Begriffe aus der Computersprache



Adresse – die Stelle im Speicher, an der Daten abgelegt werden.

Arbeitsspeicher – Teil des Speichers, in dem Daten verarbeitet werden und auch Zwischenergebnisse gespeichert werden können.

BASIC – eine im Jahr 1962 entwickelte einfache Programmiersprache. Fast alle Home- und Personalcomputer verstehen BASIC.

Bit – kleinstes Element, das vom Computer dargestellt und verarbeitet werden kann.

Byte – acht Bit ergeben ein Byte. In einem Byte können 256 verschiedene Zeichen (Zahlen oder Buchstaben) für die Zentraleinheit verständlich verschlüsselt werden.

Binär-/Dualsystem – Zahlensystem, das zur Verschlüsselung von Informationen nur zwei Zeichen verwendet. Beim Dualsystem sind es die Zeichen 0 und 1.

Chip – (auch: IC, integrierter Schaltkreis) Halbleiterbauelement aus Silizium, auf dem sich über 100 000 Schaltkreise befinden können.

CPU – Abkürzung für: Central Processing Unit = Zentraleinheit.

Flußdiagramm – bildliche Darstellung eines Programmes mit Hilfe von Symbolen.

Hardware – mit diesem Ausdruck bezeichnet man all die Teile am Computer, die man sehen und anfassen kann.

Interface – (deutsch: Schnittstelle) verbindet den Computer mit seinen Peripheriegeräten und verändert die Daten so, daß sie von beiden Geräten verstanden werden.

Listing – Vollständige Ausgabe aller Daten eines Programms über Bildschirm oder Drucker.

Peripherie – alle Geräte, die an den Computer angeschlossen werden können, wie z.B.: Drucker, Monitor, Kassettenrekorder, Diskettenstation, Plattenspeicher, Plotter.

Pixel – kleinste Einheit, die auf dem Bildschirm darstellbar ist.

RAM-Speicher – (Schreib-Lese-Speicher) in diesen Speicher kann der Computer sowohl Daten hineinschreiben als auch wieder herauslesen.

ROM-Speicher – Speicherbaustein, in den nichts eingetragen werden kann. In ihm sind alle Daten gespeichert, die der Computer auch dann nicht vergessen darf, wenn der Strom ausgeschaltet ist.

Software – mit diesem Ausdruck bezeichnet man alle Programme, die dem Computer zur Verfügung stehen.

Speicher – Gedächtnis des Computers. In ihm werden Programme und Daten aufbewahrt. Man unterscheidet die internen Speicher (RAM und ROM) und die externen Speicher (Diskette, Magnetplatte, Kassette).

Steuerwerk – Bestandteil der Zentraleinheit, die die einzelnen Befehle des Programms liest und die Ausführung der Befehle durch das Rechenwerk steuert.

Zentraleinheit – das Kernstück des Computers; ihre wichtigsten Bausteine sind Steuerwerk, Rechenwerk und Arbeitsspeicher.

Bildquellennachweis: adidas, Herzogenaurach: 6; applicon, München: 7, 39; Atari, Raunheim: 12, 21; Bildarchiv des Bundespostministeriums: 41; Commodore, Frankfurt: 6, 13, 44, 45; Daimler Benz, Stuttgart: 39, 40; Deutsches Museum, München: 6; dpa, Hamburg: 38, 40, 41; fischertechnik: 41; IBM, Stuttgart: 5, 8, 11, 12, 13, 14, 22, 23, 29, 31, 32, 33; Märklin: 38; Mössner, Stuttgart: 5, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 41, 44; NASA, USA: 36, 37; SEL, Stuttgart: 8, 29; Siemens, München: 13, 14, 30, 31, 33, 41; Sinclair, München: 10, 11; Archiv Sterbak: 7, 38, 39; Walt Disney Productions, Frankfurt: 39.

Wieso? Warum? Wie geht das? – *das sind Fragen,*
die ich von Tick, Trick und Track immer zu hören bekomme,
wenn sie zu Besuch in meiner Erfinderwerkstatt sind.
Und weil sich sicher nicht nur die drei für die wunderbare Welt
der Technik und Naturwissenschaften interessieren,
habe ich mich hingesetzt und alles aufgeschrieben:
Über Autos, Energie, Eisenbahnen, Raumfahrt, Ritter und vieles mehr.
Schon der erste Band von DURCHBLICK handelt von einem
Thema, über das heutzutage jeder spricht: ***Computer.***
Wer ist er? Was kann er? Wozu braucht man ihn?
Ohne unbescheiden zu wirken, möchte ich sagen:
Wer durchblicken will, liest DURCHBLICK.

3-7704-9948

Band 1 – Daniel Düsentrieb erklärt: Computer